Phys. sp.
158
s

R

Phys Sp. ~~97~~
158.5

Physica. De calore.
257.

R

Adair Crawfords
Versuche und Beobachtungen
über die
thierische Wärme
und die
Entzündung brennbarer Körper.

Ein Versuch,
diese
Erscheinungen zu einem allgemeinen Gesetz der Natur
zurück zu bringen.

Mit Wilhelm Morgans Erinnerungen
wider die Theorie des Herrn Crawford.

Aus dem Englischen.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Leipzig,
in der Weygandschen Buchhandlung,
1785.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorbericht
des Uibersetzers.

Die Bemühungen, die Herr Crawford in der Absicht angewendet hat, um die Natur jenes ausserordentlich wirksamen, schon so oft bewunderten und angestaunten Wesens, des Feuers, zu ergründen, und die Wirkungen desselben genau zu erklären, verdienen in der That alle jene Lobeserhebungen, die ihnen ein Priestley, ein Kirwan, ein Volte, und andere einsichtsvolle Naturforscher ertheilt haben; denn, wenn wir auch eben nicht behaupten können, daß Herr Crawford die erwähnte Absicht vollkommen erreicht habe; so müssen wir doch geste-

hen,

hen, daß die Hypothese, die er auf seine Beobachtungen gebauet hat, nicht nur den Beinamen einer scharfsinnigen verdiene, sondern daß sie auch minder unwahrscheinlich, als manche andere, und deswegen aller Aufmerksamkeit der Gelehrten werth sey. — Der Uibersetzer schmeichelt sich daher, daß ihm seine Landsleute den Fleis, den er auf die Verteutschung des Crawfordischen Werks *) verwendet hat, sehr verdanken werden, da er sie auf diese Art in den Stand gesezt hat, die Versuche und die Meinungen des Verfassers, die sie doch wohl bisher nur aus kurzen, durch Druckfehler sehr verstümmelten Auszügen (z. B. im ersten Stück des Portefeuille für Gegenstände der Chemie und Pharmacie, Hamburg, 1784), oder aus Anführungen in andern Schriften (z. B. im 12 Stück der neuesten Entdeckungen in der Chemie, Leipzig 1784.) gekannt haben, im Zusammenhange lesen und prüfen zu können. In dieser Erwartung wenigstens hat er die Verteutschung dieses Buchs übernommen, und er hat sich auf alle Art bestrebt, die Pflichten, die ihm als Uibersetzer oblagen, zu erfüllen, und die Wünsche seiner Leser zu befriedigen. —

— — Die eingeschalteten Erinnerungen des Herrn Morgan über die Crawfordische Theorie, die unter der Aufschrift: An Examination of D.

Craw-

*) Experiments and Observations on animal heat and the inflammation of combustible bodies, by A. Crawford, London 1778.

Crawford's Theory of heat and combustion, zu London 1781 herauskamen, werden hoffentlich den teutschen Lesern nicht unangenehm seyn, da sie verschiedene sehr gute Beobachtungen enthalten, auf die bei der Beurtheilung der Crawfordschen Hypothese Rücksicht genommen werden kann. — Leipzig, am 26 Februar, 1785.

Inhalt

Inhalt.

Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme.

1 Abschnitt. S. 3

2 Abschnitt. 19

3 Abschnitt. 89

1 Von der thierischen Wärme, ebendas.

2 Uiber die Entzündung verbrennlicher Körper. 96

4 Abschnitt. 119

Von den vorzüglichsten Erfahrungen, welche die Entzündung verbrennlicher Körper betreffen. 129

Anhang. 157

A. Crawford's
Versuche und Beobachtungen
über die
thierische Wärme.

Erster Abschnitt.

Die Worte Hitze und Feuer sind zweideutig; das erste hat in der gewöhnlichen Art zu reden eine doppelte Bedeutung; denn man bedient sich desselben, ohne Unterschied, bald eine gewisse Empfindung der Seele, bald einen besondern unbekannten Grundstoff dadurch auszudrücken, welcher leztere, man mag ihn für eine wirkliche Substanz, oder für eine Eigenschaft halten, die wirkende Ursache jener Empfindung ist *).

Das Wort Hitze ist von einigen einsichtsvollen Naturforschern der neuern Zeit dem unbekannten Grundstoffe beigelegt worden, und diese haben es in einem weitern Sinn genommen, als man in der gewöhnlichen Art zu reden zu thun pflegt. Denn gemeiniglich bezeichnet man damit eine solche Stärke oder Kraft der unbekannten äusserlichen Ursache, die hinreichend ist, eine gewisse Wirkung in den Sinnwerkzeugen hervorzubringen, bei jenen Naturforschern aber bedeutet es die äusserliche Ursache allein und besonders, ohne Rüksicht auf die Wirkungen, welche sie hervorbringen kann. — Ich werde in dieser Abhandlung, mehrerer Genauigkeit wegen, den Herrn D. Irvine zu Glasgow nachahmen, und die leztere (die äusserliche Ursache) absolute

 Hitze,

*) M. s. Reid's Inquiry into the human Mind.

Hitze, die Wirkung aber, die man im gemeinen Leben mit dem erwähnten Namen belegt, empfindliche Hitze nennen.

Wenn man diesen Gegenstand aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, so erhellt, daß die Benennung absolute Hitze diejenige Kraft, oder dasjenige Element bezeichnet, welches in allen Thieren die Empfindung der Hitze hervorbringt, wenn es in einer gewissen Menge gegenwärtig ist; der Ausdruk, empfindliche Hitze, bezeichnet die nämliche Kraft in Rüksicht auf die Wirkungen, welche sie hervorbringt. — — So sagen wir, daß 2 Körper gleiche Mengen von empfindlicher Hitze enthalten, wenn sie gleiche Wirkungen auf das Quecksilber im Wärmemesser äussern; ferner, daß ein und der nämliche Körper einen größern oder mindern Grad von empfindlicher Hitze besitzt, je nachdem er eine stärkere oder schwächere Wirkung auf diese metallische Flüssigkeit hervorbringt. Indes wird aus dem, was ich in der Folge sagen werde, erhellen, daß Körper von verschiedener Art, in Rüksicht auf ihre Geschicklichkeit, die Hitze zurück zu halten, von einander verschieden sind, und daß, aus dieser Ursach, die absolute Hitze in solchen Körpern verschieden seyn wird, obschon die empfindliche Hitze die nämliche ist. Wenn zum Beispiel ein Pfund Wasser und ein Pfund Spießglanz den nämlichen Grad von Wärme (die nämliche Temperatur) besitzen, so sagen wir, daß die empfindliche Hitze beider Körper gleich sey. Allein wir werden finden, daß der erstere eine größere Menge absolute Hitze enthält, als der leztere.

Das Wort Feuer, wenn man dasselbe in der gewöhnlichen Bedeutung nimmt, bezeichnet einen gewissen Grad von Hitze, die zugleich hell leuchtet, oder

oder ein Licht verbreitet. Vorzüglich bedient man sich des Worts Feuer, wenn man diejenige Hitze und das Licht bezeichnen will, welches durch die Entzündung verbrennlicher Körper hervorgebracht wird. Da aber die Hitze, wenn sie in einer hinlänglichen Menge angehäuft ist, immer mit einem Licht verbunden ist, oder, mit andern Worten, da das Feuer immer eine Folge der Zunahme der Hitze ist, so haben die Naturforscher diese Erscheinungen überhaupt als Wirkungen einer und der nämlichen Ursach angesehen *), und haben sich deswegen des Worts Feuer bedient, um einen unbekannten Grundstoff damit zu bezeichnen, der, wenn er in einer gewissen Menge gegenwärtig ist, einzig und allein die Empfindung der Hitze hervorbringt, aber, in einer größern Menge angehäuft, sowohl sichtbar ist, als auch durch die Wirkung, die er in die Nerven der Haut äussert, seine Gegenwart zu erkennen giebt, oder eine Hitze, die zugleich leuchtet, hervorbringt.

In diesem Verstand, bedeutet der Ausdruck brennbarer Stoff (Element of fire) das nämliche, was durch absolute Hitze bezeichnet wird. —

Ich will jezt, nach Vorausschickung dieser Erklärungen und Anmerkungen, dem Leser eine kurze Uibersicht der allgemeinen Thatsachen vorlegen, auf welche die in der Folge anzuführenden Versuche gegründet sind.

1) Hitze ist in allen Körpern in großer Menge enthalten, wenn sie sich in der gewöhnlichen Wärme der Atmosphäre befinden.

In den wüsten Gegenden in Sibirien fällt, den Nachrichten des Herrn Baron Demidoff zufolge, das Quecksilber manchmal auf 150 Grad unter den Gefrier=

*) M. s. Boerhaave, Martine, M'Quer u. s. w.

Gefrierpunkt. Das ist der größte Grad von natürlicher Kälte, der je bekannt gemacht worden ist, aber durch die Kunst ist eine noch weit heftigere Kälte hervorgebracht worden. Im Jahr 1759 verminderte man zu St. Petersburg, mittelst einer Mischung aus Schnee und Salpetersäure, zur Zeit eines starken Frostes, die Hitze so sehr, daß ein mit Weingeist gefüllter Wärmemesser 148, und ein Quecksilberthermometer 352 Grad unter den Punkt fiel, von welchem die Fahrenheitische Leiter zu zählen anfängt. Da das Quecksilber bei diesem Versuch eine feste Gestalt angenommen, und sich vor seiner Gerinnung plötzlich und auf eine unregelmäßige Art zusammengezogen hatte, so haben die Herren Blak und Irvine gefolgert, daß die wahre Kälte, welche in diesem Fall erzeugt worden war, diejenige gewesen sey, welche der Weingeist enthaltende Wärmemesser anzeigte, und aus dieser Ursache hat man dafür gehalten, daß 148 Grad unter 0 der Gefrierpunkt des Quecksilbers sey. Dies ist die größte Kälte, die je in der Natur beobachtet worden ist, und demungeachtet haben wir keinen Grund zu glauben, daß die derselben ausgesetzten Körper ihrer Hitze gänzlich beraubt worden seyn sollten. Indes können wir aus diesen Thatsachen mit Zuverlässigkeit folgern, daß in allen Körpern in großer Menge Hitze enthalten ist, wenn sie sich in der gewöhnlichen Wärme der Atmosphäre befinden.

2) Die Hitze bestrebt sich ununterbrochen, sich über alle Körper auszubreiten, bis diese zu einer und der nämlichen Stufe von empfindlicher Hitze gekommen sind.

Durch Untersuchungen mit dem Wärmemesser hat man sich überzeugt, daß, wenn man 2 Körper, deren Temperatur verschieden ist, mit einander vermischt,

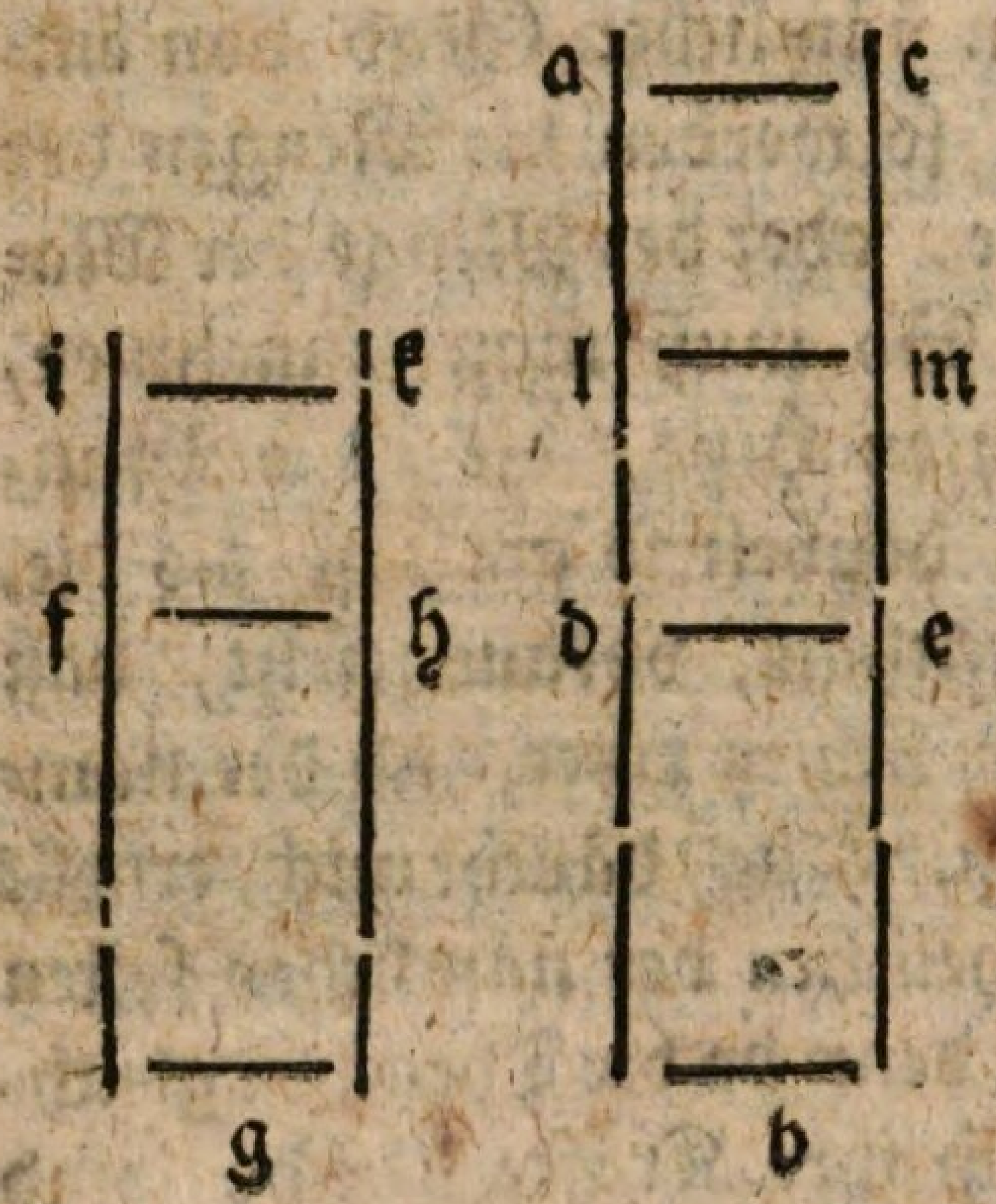
mischt, oder dicht neben einander sezt, die Hitze von dem einen zu dem andern übergeht, bis beide einen gleichen Grad von Wärme angenommen haben, und daß alle leblose Körper, wenn sie vorher erhizt und dann an einen kalten Ort gebracht worden sind, ihre Wärme nach und nach verlieren, bis sie endlich, durch die Länge der Zeit, in Rücksicht auf ihre Wärme, in den nämlichen Zustand kommen, in welchem sich die sie umgebende Atmosphäre befindet.

3) Wenn die Theile eines und des nämlichen gleichartigen Körpers den nämlichen Grad von empfindlicher Hitze besitzen, so werden die Mengen der absoluten Hitze der Größe, oder der Menge der Materie angemessen seyn. So muß man annehmen, daß die Menge der absoluten Hitze, die in 2 Pfunden Wasser enthalten ist, doppelt so groß ist, als die, welche 1 Pfund Wasser enthält, vorausgesezt, daß beide Quantitäten Wasser sich in einer und der nämlichen Temperatur befinden. Dies, däucht mich, erhellt aus der Gleichheit der Theilchen der nämlichen festen und flüssigen Substanzen; denn da die Theilchen gleichartig sind, so werden auch ihre Kräfte gleich, und ihre Geschicklichkeit, die Hitze anzunehmen, eine und dieselbe seyn; folglich werden die Mengen von absoluter Hitze, die sie enthalten, mit der Größe, oder der Menge der Materie im Verhältniß stehen.

4) Das Quecksilberthermometer ist ein genauer Maaßstab, um die Mengen der absoluten Hitze unter einander zu vergleichen, welche den nämlichen gleichartigen Körpern mitgetheilt, oder von ihnen abgesondert werden, (so lange nämlich, als solche Körper die nämliche Gestalt (Beschaffenheit) behalten).

Um diesen Satz zu erläutern, wollen wir 2 gleiche Theile Quecksilber, oder einer andern Flüssigkeit annehmen, und setzen, daß der Theil A heis-

ser sey, als der Theil B; jener wird also eine größere Menge absolute Hitze enthalten, als dieser. Wir wollen nun beide mit einander vermischen, und wir werden finden, daß sie, der zweiten allgemeinen Erfahrung zufolge, zu einer und derselben Temperatur kommen werden. Dies kann aber nicht geschehen, wofern nicht A die eine Hälfte des Uebermaaßes seiner Hitze, die es vor der ursprünglichen Hitze des Körpers B voraus hat, diesem mittheilt.



Wir wollen uns hier die ganze Hitze, die A enthält, bevor es mit B gemischt wird, unter folgender Figur abc vorstellen, und die Hitze, welche B besitzt, durch fgh ausdrücken. Wenn nun beide Körper mit einander vermischt worden sind, und einen gleichen Grad von Wärme angenommen haben, so wollen wir die Verminderung der Hitze des Körpers A mit der Figur almc, und die Vermehrung der Hitze des Körpers B mit der Figur ifhk bezeichnen. Da nun die Hitze, welche A verloren hat, eben dieselbe ist, welche B erhalten hat, so erhellt deutlich, daß almc = ifhk. Nun ist aber gesagt worden, daß almc oder ifhk = ldem, oder, mit andern Worten, daß der Körper A die eine Hälfte des Uebermaaßes seiner Hitze, die er vor der ursprünglichen Hitze des Körpers B voraus hat, diesem mittheilt; denn aus der dritten allgemeinen Erfahrung ergiebt sich deutlich, daß, wenn

A und B dahin gebracht worden sind, daß sie eine gleiche Wärme besitzen, sie gleiche Mengen von absoluter Hitze enthalten, folglich ist die Figur i g k der Figur l m b gleich. Aus der nämlichen Ursach ist die Figur f g h der Figur d b c, und also der Ueberrest i f h k dem Ueberrest l d e m gleich. Wenn man folglich ein Quecksilberthermometer, dessen absolute Hitze durch d b e vorgestellt wird, und das mit einer Menge Wasser eine und die nämliche Temperatur hat, in dieses Wasser untertaucht, wenn dessen absolute Hitze durch l b m ausgedrückt wird, und dann wieder in dasselbe taucht, wenn dessen absolute Hitze mit a b c bezeichnet wird; und wenn die Ausdehnungen des Quecksilbers in diesen Beispielen sich wie 1 zu 2 verhalten, so erhellt, daß die Ausdehnungen, und die Zunahme der absoluten Hitze in einem vollkommnen Verhältniß stehen werden.

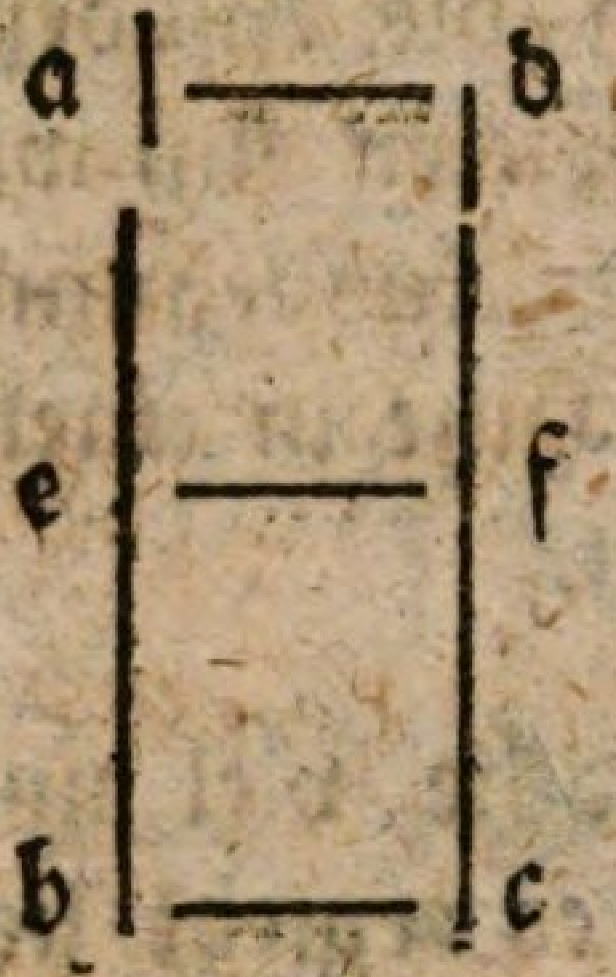
Herr von Luc hat über diese Sache viel und verschiedene Versuche angestellt; und es ergiebt sich aus ihnen, daß die Ausdehnungen des Quecksilbers zwischen dem Gefrier- und Siedepunkt des Wassers genau den Mengen der angewandten absoluten Hitze entsprechen.

Das Quecksilberthermometer ist also ein genauer Maaßstab, um die Mengen der absoluten Hitze unter einander zu vergleichen, welche den nämlichen gleichartigen Körpern mitgetheilt, oder von ihnen getrennt werden, (so lange nämlich, als solche Körper die nämliche Gestalt (Beschaffenheit) behalten.)

Es ist bereits gewiesen worden, daß die Mengen der absoluten Hitze in den nämlichen gleichartigen Körpern mit den Mengen der Materie im Verhältniß

hältniß stehen werden, wenn die Mengen der Materie verschieden, aber die Grade der Wärme die nämlichen sind.

Nunmehr erhellt, daß die Mengen der absoluten Hitze in den nämlichen gleichartigen Körpern mit den Graden der Wärme im Verhältniß stehen, oder den Ausdehnungen im Quecksilberthermometer angemessen seyn werden, wenn die Grade der Wärme verschieden, aber die Mengen der Materie die nämlichen sind.



Wir wollen das Ganze der in einem Pfund Eis, dessen Temperatur = o, (der Punkt, bei dem man nach Fahrenheit's Leiter zu zählen anfängt,) ist, enthaltenen absoluten Hitze durch die Figur a b c d ausdrücken, und annehmen, daß diese Hitze so sehr vermindert werde, daß sie e b c f gleich sey, (dies ist die eine Hälfte der Figur a b c d.) Wenn nun ein Quecksilberthermometer seiner ganzen Hitze beraubt, und an das Eis, wenn dessen Hitze e b c f gleich ist, gebracht, und dann wieder an das Eis, wenn die Hitze desselben a b c d gleich ist, gehalten worden wäre, so würde sich die durch die Hitze e b c f hervorgebrachte Ausdehnung zu der, welche eine Wirkung von a b c d wäre, verhalten wie 1 zu 2 *). Wenn a b c d dreimal

*) Man hat hier angenommen, daß das Quecksilber flüßig bleibe, wenn es seiner ganzen Hitze beraubt worden ist.

mal so groß wäre, als ebef, so würden sich die Ausdehnungen verhalten wie 1 zu 3. Ueberhaupt wenn die Temperatur verschieden, die Menge der Materie aber die nämliche ist, so werden sich die Mengen der absoluten Hitze zu den Temperaturen so verhalten, wie sie sich bei der Messung mit einem Quecksilberthermometer ergeben. Dieser Schluß ist aus den Versuchen des Herrn von Luc gefolgert, denn diese erweisen, wie schon oben bemerkt worden ist, daß sich in allen Graden der Wärme, zwischen dem Sied- und dem Gefrierpunkt des Wassers, die Ausdehnungen des Quecksilbers wie die Zunahme der absoluten Hitze, und die Zusammenziehungen desselben, wie die Abnahme dieses Elements verhalten; hieraus wird also geschlossen, daß, wenn das Quecksilber geschickt wär, seine flüssige Gestalt zu behalten, die Zusammenziehungen desselben den Abnahmen der absoluten Hitze angemessen seyn würden, obschon die Verminderung so weit getrieben würde, daß endlich gar keine Hitze mehr zurückblieb.

Zusatz. Wenn also die empfindliche Hitze eines Körpers, nach Maaßgabe der Prüfung mit einem Quecksilberthermometer, um die Hälfte, oder um ein Drittel, oder sonst in einem gegebenen Verhältniß vermindert werden sollte, so würde die absolute Hitze in dem nämlichen Verhältniß vermindert werden.

5) Die mit einander zu vergleichenden Mengen der absoluten Hitze, die verschiedenen Körpern mitgetheilt, oder von ihnen getrennt werden, lassen sich vermittelst eines Wärmemessers nicht geradezu bestimmen. Wenn zum Beispiel die Wärme eines Pfundes Quecksilber um einen Grad, und so auch die Temperatur eines Pfundes Wasser um einen Grad

Grad vermehrt wird, der Anzeige des Wärmemessers zufolge, so kann man hieraus keineswegs schliessen, daß beides dem Wasser und dem Quecksilber gleiche Mengen von absoluter Hitze mitgetheilt worden sind.

Einige Naturforscher haben geglaubt, daß sich die Mengen der absoluten Hitze in den Körpern, wie ihre Dichtigkeiten verhielten. Boerhaave hielt dafür, daß die Hitze durch alle Körper, sowohl durch die dichtesten, als durch die lockersten, gleichförmig vertheilt sey, und daß sich also die Mengen der Hitze in den Körpern wie ihre Größen verhielten. Aber die Erfahrung lehrt, daß das Gesetz, das bei der Verbreitung der Hitze durch die verschiedenen Klassen natürlicher Körper statt findet, sich weder auf die Größe, noch auf die Dichtigkeit derselben gründet.

Den ersten Versuch, die in den Körpern enthaltenen Mengen der absoluten Hitze durch Erfahrungen zu bestimmen, machte, auf Boerhaave's Verlangen, der berühmte Fahrenheit.

Ich will hier meinen Lesern eine kurze Uebersicht der Bemühungen dieses Mannes, fast mit seinen eignen Worten, vorlegen.

Wenn man 2 gleiche Mengen von einer und der nämlichen Flüssigkeit nimmt, jeder aber einen andern Grad von Wärme mittheilt, und sie dann genau mit einander vermischt, so wird die Wärme dieser Mischung sich verhalten, wie die Hälfte des Uebermaaßes, das die wärmere Flüssigkeit über die kältere hat.

Wenn man zum Beispiel eine Pinte siedendes Wasser, dessen Wärme also = 212 Gr. Fahr. ist, mit

mit einer Pinte der nämlichen Flüssigkeit, deren Hitze 32 Gr. Fahr. gleich ist, vermischt, so wird die Wärme der Mischung = 122 Gr. seyn. Das warme Wasser wird um 90 Grad kälter, und das kalte um eben so viel Grad wärmer seyn.

Indes, wenn man diesen Versuch mit Wasser und Quecksilber, unter den nämlichen Umständen, anstellt, so wird der Erfolg sehr verschieden ausfallen. Denn, wenn man gleiche Größen von Quecksilber und Wasser nimmt, und dieser leztern Flüssigkeit einen grössern Grad von Hitze, als dem Quecksilber, mittheilt, so wird die Hitze der Mischung immer größer seyn, als die Hälfte des Uebermaaßes, das die Hitze des Wassers über die des Quecksilbers hat.

Auf der andern Seite, wenn das Quecksilber heißer, als das Wasser ist, so wird die Wärme der Mischung beständig geringer seyn, als die Hälfte des Uibermaaßes, das die Hitze des Quecksilbers über die des Wassers voraus hat. Die Veränderungen, die bei dem ersten von diesen Versuchen in der Temperatur des Wassers und des Quecksilbers hervorgebracht werden, sind, der Erfahrung zufolge, denen gleich, welche man beobachtet, wenn man drei Theile heißes Wasser mit zweien Theilen kaltes mischt, und, beim zweiten Versuch, kommen sie mit den Erscheinungen überein, die bei der Vermischung dreier Theile kaltes Wassers mit zweien Theilen heißes statt finden; das ist, die Veränderung, welche in der Hitze des Quecksilbers hervorgebracht wird, verhält sich zu der, welche in der Hitze des Wassers beobachtet wird, wie 3 zu 2.

Aus dem ersten dieser Versuche folgerte Boerhaave vollkommen richtig, daß sich die Verbreitung des Feuers in einem und dem nämlichen Körper verhalte, wie die Größe oder Menge der Materie. Allein

Allein aus den mit Wasser und Quecksilber unternommenen Versuchen schloß eben dieser große Arzt und Naturforscher ganz ohne Grund, daß die Hitze durch alle Körper, durch die dichtesten sowohl, als durch die lockersten, gleichförmig verbreitet sey, und daß folglich die Mengen der Hitze in verschiedenen Körpern sich verhielten, wie die Größen derselben, oder wie die Räume, welche sie einnehmen.

Diese Versuche sind in dem gegenwärtigen Zeitalter auf verschiedene Art angestellt und wiederholt worden, und die Naturforscher haben sehr verschiedene Folgerungen daraus hergeleitet.

Ich habe bereits angemerkt, daß, wenn eine Pinte Quecksilber, dessen Wärme = 100 ist, mit einer gleichen Größe Wasser, das 50 Grad Wärme hat, gemischt wird, die in der Hitze des Quecksilbers hervorgebrachte Veränderung sich zu der, welche in der Hitze des Wassers entsteht, verhalten wird, wie 3 zu 2. Hieraus hat man geschlossen, daß die absolute Hitze einer Pinte Quecksilber sich zu einer gleichen Größe Wasser wie 2 zu 3 verhalte, oder, mit andern Worten, daß die Mengen ihrer absoluten Hitze wechselsweise sich verhielten, wie die Veränderungen, welche in ihrer empfindlichen Wärme hervorgebracht werden, wenn man sie unter verschiedenen Graden der Wärme mit einander mischt *).

Die

*) Diese Thatsache ist vor verschiedenen Jahren von den Herren Blak und Irvine auf den hohen Schulen zu Edinburgh und Glasgow öffentlich gelehrt, und von Herrn Irvine zur Auflösung verschiedener sonderbarer und wichtiger Erscheinungen angewendet worden. —
Man

Die Wahrheit dieses Schlusses kann auf folgende Art erläutert werden:

Wenn 4 Pfund schweißtreibender Spießglanz, der 20 Gr. Wärme hat, mit einem Pfund Eis, dessen Wärme = 32 ist, vermischt werden, so wird die Temperatur der Mischung beinahe 26 seyn. Das Eis wird um 6 Grad abgekühlt, und der Spießglanz um so viel Grad erwärmt werden. Kehrt man den Versuch um, so wird der Erfolg der nämliche seyn; das ist, wenn wir 6 Grad Wärme von 3 Pfunden Spießglanz wegnehmen, und dieselben einem Pfunde Eis mittheilen, so wird das leztere um 6 Grad heißer seyn. Die nämliche Menge Wärme, welche ein Pfund Eis um 6 Grad erhizt, wird also 3 Pfund Spießglanz um 6 Grad heißer machen.

Wenn dieser Versuch bei verschiedenen Temperaturen angestellt wird, so werden gleiche Erfolge statt finden. Wenn zum Exempel der Spießglanz 15 oder mehr oder weniger Grad Wärme unter dem Frierpunkt hat, und mit Eis, dessen Wärme = 32 ist, gemischt wird, so wird die Wärme der Mischung die Hälfte des Uebermaaßes seyn, das der heißere Körper vor dem kältern hat. Hieraus folgern wir, daß der Erfolg der nämliche seyn würde, wenn der Spießglanz seiner ganzen Wärme beraubt und mit 32 Gr. warmen Eis vermischt worden wär. Allein es erhellt deutlich, daß in diesem Fall das Eis dem Spießglanze die Hälfte seiner absoluten Wärme mittheilen würde*). Denn wenn man annimmt, daß bei

200

Man kann sich mit der Hoffnung schmeicheln, daß diese einsichtsvollen Gelehrten die Welt bald mit ihren Entdeckungen, die sie in Ansehung dieses Gegenstandes gemacht haben, bekannt machen werden.

*) M. s. den Zusatz oben S. 171.

200 unter dem Frierpunkt derjenige Punkt sey, wo ein Körper aller seiner Wärme gänzlich beraubt wird, so wird dem Spießglanz alle Hitze benommen seyn, wenn die Temperatur desselben 200 Grad unter 32 vermindert worden ist, und die in dem Eis befindliche Hitze, wenn dasselbe = 32 angenommen ist, wird 200 Grad seyn. Wenn wir nun setzen, daß beide mit einander gemischt werden, so wird die Temperatur der Mischung die Hälfte des Ueberschusses der Wärme des wärmern Körpers für den kältern seyn; oder das Eis wird um 100 Grad abgekühlt, und der Spießglanz um eben so viel Grad erwärmt seyn. Die eine Hälfte der Hitze also, welche vor der Mischung beider Körper in dem Eis enthalten war, wird dem Spießglanz mitgetheilt werden. Hieraus ergiebt sich, daß, nach geschehener Vermischung, das Eis und der Spießglanz gleiche Mengen von absoluter Hitze enthalten müssen.

Um dies in ein ander Licht zu setzen, hat man erwiesen, daß die nämliche Menge von Wärme, welche ein Pfund Eis um 6 Grad wärmer macht, drei Pfund Spießglanz um 6 Grad heißer machen werde. Hieraus hat man geschlossen, daß die nämliche Menge Hitze, welche das Eis um 200 Grad, oder um irgend eine gegebene Anzahl von Graden, wärmer macht, den Spießglanz um eine gleiche Anzahl von Graden heißer machen werde *). Ein Pfund Eis also, und 3 Pfund Spießglanz enthalten, wenn sie die nämliche Temperatur haben, gleiche Mengen von absoluter Hitze. Allein

*) Es ist hier angenommen, daß das Eis die nämliche Gestalt behält.

Allein aus der dritten allgemeinen Thatsache ergiebt sich, daß 3 Pfund Spießglanz 3 mal mehr absolute Hitze enthalten, als ein Pfund von dem nämlichen metallischen Körper, und also verhält sich die absolute Wärme eines Pfundes Eis zur absoluten Wärme eines Pfundes Spießglanz, wie 3 zu 1. — Wenn ein Pfund Eis bei 32 Grad Wärme mit einem Pfunde Spießglanz, dessen Wärme = 12 ist, gemischt wird, so wird die Temperatur der Mischung 27 seyn, das Eis wird um 5 Grad abgekühlt, und der Spießglanz um 15 erwärmt werden, oder die in der empfindlichen Wärme des Eises hervorgebrachte Veränderung wird sich zu der, welche in der empfindlichen Wärme des Spießglanzes bewirkt worden ist, verhalten wie 1 zu 3. Aber es ist vorher bewiesen worden, daß die absolute Hitze eines Pfundes Eis sich zu der eines Pfundes Spießglanz wie 3 zu 1 verhält, woraus sich ergiebt, daß die comparativen Mengen der absoluten Wärme im Eis und Spießglanz, bei gleichem Gewicht, sich wechselseitig verhalten, wie die Veränderungen, welche in ihren empfindlichen Wärmen hervorgebracht werden, wenn man sie bei verschiedener Temperatur mit einander mischt *).

So

*) Ich habe auf diese Art unternommen, die Wahrheit der obigen Lehre kürzlich zu bestätigen, und sie als eine Einleitung zu den folgenden Versuchen vorauszuschikken; eine genauere und vollständigere Erläuterung derselben überlasse ich den Herrn Blak und Irvine.

Diese Entdeckung öfnet uns ein weites Feld zu Untersuchungen; denn mittelst derselben sind wir im Stande, die comparativen Mengen der absoluten Hitze in den Körpern gehörig zu schätzen, und mit Gewißheit und Genauigkeit die verschiedenen Proportio-

So erhellt folglich, daß die comparativen Quantitäten der absoluten Hitze in den Körpern dadurch bestimmt werden können, daß man sie, wie vorher gelehrt worden, mit einander mischt, und dann die Veränderungen, welche die empfindliche Wärme derselben erleidet, genau beobachtet. Diese Regel kann man indessen nicht auf solche Substanzen anwenden, welche, bei ihrer Mischung, durch eine chemische Wirkung eine empfindliche Hitze oder Kälte hervorbringen.

Aus den Betrachtungen, aus welchen der obige Satz entstanden ist, folgt, daß gleiche Gewichte ungleichartiger Substanzen, wie Wasser und Luft, wenn sie eine gleiche Temperatur haben, ungleiche Mengen absoluter Hitze enthalten können. Es müssen also gewisse wesentliche Verschiedenheiten in der Natur der Körper statt finden, zufolge welcher einige die Kraft haben, das Element des Feuers in größerer Menge in sich aufzunehmen und zurück zu halten, als andere. Diese verschiedenen Kräfte werde ich in Zukunft Fähigkeiten der Körper nennen, die Wärme zu behalten. Wenn wir also bei einem Versuche finden, daß ein Pfund Wasser 3mal mehr absolute Hitze enthält, als ein Pfund Spießglanz, so wird man sich auf folgende Art ausdrücken müssen: die Fähigkeit des Wassers, die Wärme zu behalten, verhält sich zu der des Spießglanzes wie 3 zu 1.

nen, in welchen das Element des Feuers durch die verschiedenen Reiche der Natur verbreitet ist, zu bestimmen.

Zweiter Abschnitt.

Da ich nun, wie ich versprochen hatte, einige allgemeine Erfahrungssätze vorausgeschickt habe, so will ich dem Leser meine Versuche über die thierische Wärme und über die Entzündung verbrennlicher Körper vorlegen *).

Es ist bereits oben angemerkt worden, daß die empfindliche Hitze ein ununterbrochenes Bestreben äussert, sich gleichförmig über alle Körper zu verbreiten, bis dieselben eine und die nämliche Temperatur erlangt haben. Aus dieser Eigenschaft der Wärme erhellt deutlich, daß diejenigen Thiere, welche einen

*) Ich halte es für nöthig, hier anzumerken, daß ich durch die chemischen Vorlesungen des gelehrten und einsichtsvollen Herrn Irvine zu Glasgow veranlaßt worden bin, Betrachtungen über diesen Gegenstand anzustellen. Ich muß diesem Naturforscher Gerechtigkeit wiederfahren lassen und bekennen, daß die Erklärung, welche er von der bekannten Entdeckung des Herrn Black über die verborgene Wärme, oder über die Wärme, welche durch die Gefrierung des Wassers, und durch die Gerinnung des Wallraths, des Bienenwachses, der Metalle, u. s. w. hervorgebracht wird, die Aufmerksamkeit bei mir rege machte, und mich zu der Anstellung meiner Versuche verleitete.

Auch muß ich noch hinzusetzen, daß Herr Irvine aus der Erklärung, welche er von den angeführten Erscheinungen gegeben hat, und aus der allgemeinen Thatsache, daß die ungleichartigen Körper verschiedene Fähigkeiten haben, die Wärme zu behalten, geschlossen hat, daß zwischen der absoluten Hitze der fixen und der atmosphärischen Luft eine Verschiedenheit statt findet. Es blieb noch übrig, diese Verschiedenheit gewiß zu entdecken, und durch Versuche zu bestimmen, ob die fixe, oder die atmosphärische Luft die größte Menge absoluter Wärme enthalte.

größern Grad von Wärme besitzen, als das Medium, worinn sie leben, den sie umgebenden Körpern ununterbrochen Wärme mittheilen müssen. Da also in dem Thierreiche eine beständige Verstreuung der Hitze statt findet, so folgt, daß in diesem Reiche eine verhältnißmäßige Wiederersetzung dieses Elements nothwendig ist, um den Abgang wieder herzustellen. Denn wenn der thierische Körper die Kraft, Hitze zu erregen, oder in sich anzusammlen, nicht besäß, so würde er bald die nämliche Temperatur annehmen, welche das ihn umgebende Medium hat.

Ich habe in der Absicht, um die Natur dieser Kraft zu entdecken, im Sommer des Jahrs 1777 verschiedene Versuche mit thierischen, vegetabilischen und mineralischen Substanzen angestellt, von welchen ich jezt einige anführen will; denn ich halte dafür, daß mich diese zu der wahren Quelle geleitet haben, von welcher die Hitze der Thiere, und die Wärme, die bei der Entzündung verbrennlicher Körper hervorgebracht wird, herkommt.

Ich muß zuerst bemerken, daß die Versuche, die deswegen angestellt werden, um die comparativen Quantitäten der absoluten Hitze in den Körpern zu bestimmen, aus einer dreifachen Ursach, Unrichtigkeiten ausgesezt sind. 1) Wenn die zu vergleichenden Substanzen mit einander vermischt sind, so wird eine gewisse Zeit dazu erfordert, binnen welcher die Hitze von dem wärmern Körper zu dem kältern übergehet, und nur erst nach dieser Zeit erlangen beide dieselbe Temperatur. Wenn diese Stoffe vollkommen genau mit einander vermischt werden, und man bewegt dabei das Gefäß etwas, so ist überhaupt eine Minute hinreichend. Während dieser Zwischenzeit

zeit wird ein Theil der Wärme von der umgebenden Atmosphäre hinweggenommen; es ist deshalb nothwendig, die Hitze, welche auf diese Art in der ersten Minute verloren gegangen ist, mit in Rechnung zu bringen.

Der berühmte Isaak Newton hat zu dieser Absicht eine sehr einfache und sinnreiche Regel bekannt gemacht. Indem er die in einem Körper enthaltene Wärme als den Uiberschuß ansah, vermöge dessen derselbe wärmer ist, als das ihn umgebende Medium, so nahm er an, daß die in kleinen Zeiträumen verloren gegangenen Mengen Wärme mit der zurückgebliebenen Hitze immer im Verhältniß stehen würden. Wenn zum Beispiel ein Körper 180 Grad heißer wär, als die Atmosphäre, so würde die Quantität Wärme, welche er in einem gegebenen Zeitraume verlieren würde, doppelt so groß seyn, als die, welche er in einem gleichen Zeitraume verlieren würde, wenn er nur 90 Grad wärmer, als die Atmosphäre, wär; und wenn also die Zeiten in arithmetischer Progression genommen werden, so werden die Abnahmen der Wärme in geometrischer Progression seyn. Indes hat Herr D. Martine beobachtet, daß diese Regel nicht ohne einige Einschränkung angenommen werden kann. Er hat aus verschiedenen Versuchen geschlossen, daß die Differentialabnahmen in einer etwas größern Proportion stehen, als die in den Körpern befindlichen Mengen Hitze; und daß also die Mengen der verloren gegangenen Wärme theils gleich sind, theils aber in geometrischer Progression *).

Diese

*) Man sehe Martine's Essays.

Diese Beobachtung des Herrn D. Martine ist, man muß es gestehen, wohl gegründet. Allein wenn der Körper, der zu einem Versuche gewählt worden ist, die Wärme sehr bald von sich giebt, und eine Temperatur hat, die die des ihn umgebenden Mediums bei weiten übertrift, so ist der Irrthum, der erfolgt, wenn man die Rechnung nach der Regel des Newton anstellt, in der That so unbeträchtlich, daß er ganz übersehen werden kann. — Im Gegentheil, wenn der Versuch in einem Gefäße angestellt wird, das die Wärme sehr langsam hindurch läßt, und wenn zugleich die Hitze der zu untersuchenden Substanz nicht viel größer ist, denn die der Atmosphäre, so nähern sich die Mengen der in je zwei kleinen auf einander folgenden Zeiträumen verloren gegangenen Hitze der Gleichheit so sehr, daß der Unterschied selbst durch den empfindlichsten Wärmemesser nicht zu bemerken ist. Aus dem folgenden Versuch ergiebt sich die vollkommne Richtigkeit dieser Beobachtung.

Ein Pfund Wasser, das in ein irdenes Gefäß gegossen, und so erwärmt worden war, daß der Wärmemesser 120 Grade zeigte, besaß nach Verlauf einer Minute 119 Grad Wärme,

— 2 — — 116 — —
— 3 — — 117 — —
— 4 — — 116 — —
— 5 — — 115 — —
— 6 — — 114 — —
— 7 — — 113 — —

Bei den Versuchen, die ich in der Folge erzählen werde, sind die Veränderungen in Ansehung der Abkühlung verschiedene Minuten hindurch beobachtet worden, und überhaupt war die in der ersten Minute verloren gegangene Hitze, der Regel des Herrn Isaak Newton zufolge, aus der Reihe von Num-

mern,

mern, die Beobachtungen gegeben hatten, berechnet worden.

Ich muß hier anmerken, daß ich glaube, daß Herr Irvine bei seinen Versuchen, um die absolute Hitze der Körper zu bestimmen, diese Regel des Newton zuerst dazu angewendet hat, die während der ersten Minute verloren gegangene Hitze zu berechnen.

2) Wenn, bei Unternehmung dieser Versuche, die Substanz, welche die größte Wärme besitzt, mit der, welche am mindesten heiß ist, in einem kalten Gefäß gemischt wird, so wird ein Theil der Wärme dem Gefäß mitgetheilt werden. Aber wenn der Versuch in einem warmen Gefäß angestellt wird, so wird der kalte Körper nicht nur von dem warmen, sondern auch von dem Gefäß, worinn er sich befindet, Hitze annehmen.

Die wirksamste Verfahrungsart, um diese Ursache, die den Erfolg zweideutig macht, zu entfernen, beruht darauf, daß man zuerst die Fähigkeit des Gefäßes, die Hitze zu behalten, bestimme, und sie mit der Fähigkeit einer der zu untersuchenden Substanzen vergleiche.

Die relative Fähigkeit des Gefäßes, worinn einige von den folgenden Versuchen gemacht worden sind, verglichen mit der des Wassers, ist so bestimmt worden:

Da die Luft im Zimmer = 61 war, goß ich
Ein Pfund Wasser = 168
in ein irdenes Gefäß = 68
Die Temperatur des Wassers nach Verlauf
der ersten Minute war 155,
— zweiten — 150,
— dritten — 145,

Um

Um die Hitze, die der Atmosphäre in der ersten Minute mitgetheilt worden ist, zu entdecken, sage man, wie 84 zu 89 ist, so ist 94 zur vierten Proportionalzahl, dies giebt 99. 5. Hieraus erhellt, daß 5. 5 durch die Luft in der ersten Minute hinweggenommen worden ist, indem man nun 5. 5 zu 155 hinzusetzt, so haben wir 160. 5 als die wahre Temperatur des Wassers und des Gefäßes.

Zieht man dies von 168 ab, so haben wir 7. 5 als den Quotient. Das Wasser war also durch das Gefäß 7. 5 abgekühlt, und das Gefäß durch das Wasser 92. 5 erwärmt worden. Und da das Gefäß diese Wärme vom Wasser erhielt, so erhellt deutlich, daß die nämliche Menge Hitze, welche die Temperatur eines Pfundes Wasser 7. 5 verändert, die Temperatur des Gefäßes 92. 5 verändern werde. Und aus ähnlichen Gründen wird die nämliche Hitze, welche das Wasser um einen Grad wärmer macht, das Gefäß 12⅓ erhitzen. Wenn wir also bei irgend einem Versuch beobachten, daß das Gefäß von einem Pfund Wasser 12⅓ Wärme angenommen hat, so können wir überzeugt seyn, daß durch die Trennung dieser Hitze das Wasser um einen Grad abgekühlt worden ist.

3) Bei den Versuchen, die man in der Absicht unternimmt, um die absolute Hitze der Körper zu bestimmen, bedient man sich überhaupt des Wassers zur Vergleichung. Wenn der Körper, dessen Wärme mit der des Wassers verglichen werden soll, seine Hitze sehr langsam von sich läßt, so trägt es sich nicht selten zu, daß die verschiedenen Theile der Mischung einige Minuten hinter einander nicht genau eine und dieselbe Temperatur haben, und auch nicht während dieser Zeit zu einer und der nämlichen

Wärme gebracht werden können. So habe ich gefunden, daß bei den mit Vegetabilien und metallischen Kalken angestellten Versuchen eine merkliche Verschiedenheit, nach Verlauf der ersten Minute, zwischen der Hitze der Mischung an der Oberfläche, und am Boden des Gefäßes statt findet; eine Verschiedenheit, die theils von dem Bestreben des wärmsten Theils des Wassers, an der Oberfläche zurük zu bleiben, und theils von der Schwierigkeit, mit welcher die oben erwähnten Substanzen die Wärme von sich lassen, hervorgebracht wird. Man kann zwar dadurch diesem Erfolg zuvor kommen, daß man die Körper genau mit einander mischt, und die Mischung lebhaft herum schüttelt, aber wenn man die Masse zu sehr bewegt, so wird die Wärme jähling und auf eine unregelmäßige Art weggeführt, und dieser Umstand macht, daß man die in der ersten Minute verloren gegangene Wärme schwerlich berechnen kann.

Die Methode, deren ich mich bediene, und bei welcher ich am wenigsten Irrthümer zu begehen, zu befürchten habe, besteht darinn, daß ich die Mischung ganz mäßig schüttle, und dann nach Verlauf der ersten Minute, die Mittelzahl zwischen der Hitze an der Oberfläche, und der am Boden des Gefäßes nehme; wenn man nun bei verschiedenen Versuchen, unter mancherlei Umständen, gewahr wird, daß das Resultat fast das nämliche ist, so kann man sicher seyn, daß man der Wahrheit sehr nahe gekommen ist.

Mit dieser verschiedenen Vorsicht sind die folgenden Versuche angestellt worden, um die absolute Hitze einiger der gemeinsten vegetabilischen und thierischen Substanzen, in Vergleichung mit der Wärme des Wassers, zu bestimmen.

Die Luft in der Stube — = 69
Ein Pfund Weizen — = 66, diesen mischte ich mit Einem Pfund Wasser — = 166, und als ich diese Mischung eine kurze Zeitlang geschüttelt hatte, so war die Temperatur nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
einer Minute	138	128	133
2 Minuten	134	125	129½
3 —	131	122	126½
4 —	127	120	123½

Die mittlere Temperatur der Mischung nach Verlauf einer Minute war 133, nach 2 Minuten 129½, nach 3 Minuten 126½. Folglich betrug die in der ersten Minute durch die Luft weggenommene Wärme, nach Newton's Regel berechnet, beinahe 3½. Wenn man dies zu 133 addirt, so wird man 136½ als die wahre Temperatur der Mischung haben. Es ist also erwiesen, daß die Fähigkeit des Gefäßes, Wärme anzunehmen, sich zu der des Wassers verhielt, wie 1 zu 12⅓. Bei dem Versuche, den wir jezt betrachten, war das Gefäß von 66 zu 133 gestiegen, oder 67. 5; dividirt man nun dies durch 12⅓, so haben wir beinahe 5. 5 als den Quotient. Hieraus ergiebt sich, daß das Wasser durch das Gefäß 5. 5 abgekühlt worden, oder daß das Gefäß 5. 5 Grade vom Wasser getrennt hatte. Die wahre Temperatur der Mischung war 136½, zieht man dies von 166 ab, so hat man 29½ als den Uiberrest. Das Wasser war also durch den Weizen und das Gefäß zusammen 29½ abgekühlt worden; da ich nun aber gewiesen habe, daß es durch das Gefäß 5. 5 abgekühlt worden ist, so folgt, daß die Erkältung, die es vom Weizen erlitten hat, 24 gewe=

gewesen. Aber der Weizen war von 66 zu $136\frac{1}{2}$ oder 70. 5 gestiegen; es folgt hieraus, daß die nämliche Menge Hitze, welche die Temperatur des Wassers 24 ändert, die Temperatur des Weizens $70\frac{1}{2}$ verändern werde. Die absolute Hitze des Wassers verhält sich also zu der des Weizens, wie $70\frac{1}{2}$ zu 24, oder beinahe wie 2. 9 zu 1.

Zweiter Versuch.

Stubenluft — = 60.
Ein Pfund enthülseter Haber = 61 wurde mit
Einem Pfund Wasser = 161 gemischt.
Die Temperatur dieser Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	127	123	125
2 —	125	122	$123\frac{1}{2}$
3 —	121	121	121
4 —	118	$118\frac{3}{4}$	
5 —	114	116	
6 —	111	115	

Wenn man zu 125, der mittlern Temperatur der Mischung, $2\frac{1}{2}$ wegen der Wärme, die in der ersten Minute durch die Luft hinweggeführt worden ist, hinzusezt, so hat man $127\frac{1}{2}$ als die wahre Temperatur der Mischung.

Wenn man nun, so wie im vorhergehenden Versuch, eine Berechnung anstellt, so ergiebt sich, daß das Wasser durch das Gefäß beinahe 5. 4 abgekühlt worden ist. Der Haber war von 61 zu $127\frac{1}{2}$ oder $66\frac{1}{2}$ gestiegen, zieht man $127\frac{1}{2}$ von 161 ab, so findet man, daß die Erkältung des Wassers vermittelst des Habers und des Gefäßes zusammen $33\frac{1}{2}$ betragen hat; nun war es aber durch das Gefäß 5. 4 abge-

abgekühlt worden, folglich hatte die durch den Haber bewirkte Erkältung betragen 28. 1. Die absolute Hitze des Wassers zu der des Habers verhält sich also, wie 66. 5 zu 28. 1, oder wie 2. 36 zu 1, das ist beinahe wie $2\frac{1}{3}$ zu 1.

Dritter Versuch.

Stubenluft — = 59
Ein Pfund Bohnen = 60 vermischte ich mit
Einem Pfund Wasser = 160.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	119	113	116
2 —	117	109	113
3 —	116	107	$111\frac{1}{2}$
4 —	113	106	$109\frac{1}{2}$
5 —	111	105	108
6 —	$109\frac{1}{2}$	$104\frac{1}{2}$	107
7 —	$107\frac{1}{2}$	104	$106\frac{3}{4}$
11 —	101	101	101.

Wenn man zu 116, (wegen der von der Luft in der ersten Minute hinweggeführten Wärme,) 3 Grad addirt, so hat man 119 als die Temperatur der Mischung. Aus der Berechnung ergiebt sich, daß das Wasser vom Gefäß 4. 8 abgekühlt worden ist. Die Bohnen waren von 60 auf 119, oder 59 Grad gestiegen, zieht man nun 119 von 160 ab, so findet man, daß das Wasser vermittelst der Bohnen und des Gefäßes zusammen 41 Grad abgekühlt worden ist. Da es nun aber vom Gefäß 4. 8 kälter geworden war, so hatte die durch die Bohnen bewirkte Erkältung 36. 2 betragen. Die absolute Wärme des Wassers

sers verhält sich also zu der der Bohnen, wie 29 zu 39.2 oder fast wie 1.6 zu 1.

Vierter Versuch.

Luft	— —	61
Ein Pfund Gerste		60 wurde mit
Einem Pfund Wasser		161 vermischt.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte.
1 Minute	126	120	123
2 —	122	115	$118\frac{1}{2}$
3 —	119	113	116
6 —	109	109	109

Wenn man zu 123, der mittlern Temperatur, $4\frac{1}{2}$ (wegen der von der Luft in der ersten Minute hinweggeführten Wärme) hinzusetzt, so hat man $127\frac{1}{2}$ als die wahre Temperatur der Mischung. Das Gefäß war vom Wasser auf $66\frac{1}{2}$ gebracht worden, dividirt man dies durch $12\frac{1}{3}$, so hat man 5.3 als den Quotient; es ergiebt sich hieraus, daß das Wasser durch das Gefäß 5.3 abgekühlt worden ist. Die Gerste war von 60 zu $127\frac{1}{2}$ oder $67\frac{1}{2}$ gestiegen; das Wasser war von dem Gefäß und von der Gerste zusammen $32\frac{1}{2}$ Grad abgekühlt, oder die Hitze desselben war vom 160 bis zum $127\frac{1}{2}$ Grad vermindert worden. Nun ist aber die Erkältung, die es vom Gefäß erlitten hat, 5.3 gewesen, folglich ist es von der Gerste 27.2 abgekühlt worden. Die absolute Wärme des Wassers verhält sich also zu der der Gerste wie 67.5 zu 27.2, oder beinahe wie 2.4 zu 1.

Fünfter

Luft	— —	60
Ein Pfund Schaaflunge	59	wurde mit
Einem Pfund Wasser	149	vermischt.

Die Mischung hatte folgende Wärme, nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	112	108	110
2 —	109	106	107½
3 —	106	105	105½
4 —	103	103	103

Setzt man (wegen der von der Luft in der ersten Minute hinweggeführten Wärme) 2. 5 hinzu, so bekommt man 112. 5, als die wahre Temperatur der Mischung. Das Gefäß war von 59 zu 112. 5 oder 53. 5 gestiegen, dividirt man dies mit 12½, so hat man fast 4. 3 als den Quotient; hieraus ergiebt sich, daß das Wasser vom Gefäß 4. 3 abgekühlt worden war. Das Fleisch war von 59 auf 112. 5 oder 53. 5 gestiegen, die Hitze des Wassers war durch die Wirkung des Fleisches und des Gefäßes von 149 bis auf 112. 5, oder 36. 5 vermindert worden; durch das Gefäß aber war es 4. 3 abgekühlt, folglich betrug die Erkältung, die es vom Fleisch erlitten hat, 32. 2. Die absolute Wärme des Wassers verhält sich also zu der des Fleisches, wie 53. 5 zu 32. 2, oder beinahe wie 1. 3 zu 1.

Sechster Versuch.

Luft im Zimmer — 60
Ein Pfund Milch 60 wurde mit
Einem Pfund Wasser 160 vermischt.

Die Temperatur dieser Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	109	107	108
2 —	106	104	105
3 —	103	102	102½.

Sezt man zu 108, der mittlern Temperatur, 2. 8 hinzu, so bekommt man 110. 8, als die wahre Wärme der Mischung.

Das Gefäß war, durch die Wirkung des Wassers, 50. 8 gestiegen, das Wasser war also vom Gefäß 4. 1, und von der Milch und dem Gefäß zusammen 49. 2 abgekühlt worden; die durch die Milch bewirkte Erkältung des Wassers hatte folglich 45. 1, betragen.

Die Milch war von 60 auf 110. 8, oder 50. 8 gestiegen, und also verhielt sich die absolute Wärme des Wassers zu der der Milch, wie 50. 8 zu 45. 1, oder beinahe wie 1. 1 zu 1.

Siebenter Versuch.

Ein halbes Pfund Wasser — 47 vermischte ich mit
Einem halben Pfund Blut — 98

Da ich hierauf das Gefäß geschüttelt hatte, so ward ich gewahr, daß sich die Wärme in einer kurzen Zeit fast gleichförmig in der ganzen Masse vertheilt hatte; die Mischung blieb 2 Minuten lang

flüssig,

flüssig, und die Temperatur derselben war nach Verlauf

1 Minute	— 71	
2 —	— 70	(jezt geronn die Feuchtigkeit)
3 —	— 70	
4 —	— 70	
5 —	— 70	
6 —	— 69	

Das Blut, das zu diesem Versuche angewendet worden war, hatte ich von einem Schaafe genommen, dessen Blut- und Schlagadern des Halses ich geöfnet hatte; die Farbe desselben zeigte deutlich an, daß es eine Mischung von arteriösem und venösem Blut war, ob es gleich in Ansehung seiner Konsistenz vorzüglich dem erstern glich. Die Fähigkeit des zu diesem Versuch gewählten Gefäßes, die Hitze zu behalten, verhielt sich zu der des Wassers, wie 6 zu 94, oder beinahe wie 1 zu 15. 6.

Die Mischung (wenn wir die Zeit der Gerinnung derselben ausnehmen) ward binnen einer Minute um einen Grad kälter; sezt man einen Grad, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme, hinzu, so hat man 72, als die Wärme der Mischung. Das Gefäß war durch das Blut von 47 auf 72, oder 25 Grad gestiegen, das Blut war also durch das Gefäß beinahe 1. 6, und durch das Wasser und das Gefäß zusammen 26 Grad abgekühlt worden. Die durch das Wasser hervorgebrachte Erkältung hatte folglich 24. 4 betragen; das Wasser war 25 Grad gestiegen, und deshalb verhält sich die absolute Wärme einer Mischung von venösem und arteriösem Blut zu der des Wassers, wie 25 zu 24. 4.

Diese

Diese Versuche erweisen überhaupt, daß das Fleisch, die Milch und Vegetabilien weniger absolute Hitze enthalten, als das Wasser, und daß diese Flüssigkeit reichlicher damit versehen ist, als das Blut. Dieses enthält also eine größere Menge absolute Hitze, als die Grundstoffe, aus welchen es zusammengesezt ist.

Die merkwürdige Anhäufung der Wärme in dieser Flüssigkeit veranlaßt mich, zu argwohnen, daß sie, bei dem Athemholen, Wärme aus der Luft einsaugt, und ich bin, durch die nachfolgenden Betrachtungen, in dieser Muthmaßung noch mehr bestärkt worden.

1) Diejenigen Thiere, welche mit Lungen versehen sind, und beständig frische Luft in großer Menge einathmen, besitzen das Vermögen, sich selbst in einer beträchtlich wärmern Temperatur, als die umgebende Luft, zu erhalten. Diejenigen Thiere hingegen, welchen die Werkzeuge des Athemholens fehlen, bleiben ziemlich in einerlei Temperatur mit dem Mittel, in welchem sie leben.

2) Unter den warmen Thieren sind diejenigen die wärmsten, welche die größten Werkzeuge zum Athemholen haben, und also in Proportion ihrer Größe die größte Menge Luft einathmen. Die Vögel, zum Beispiel, haben, im Verhältniß mit ihrer Größe, weit größere Werkzeuge zur Respiration, als andere Thiere; eben so findet man auch bei den Vögeln den größten Grad der thierischen Wärme.

3) Bei einem und eben demselben Thiere ist der Grad der Wärme gewissermaßen der Menge von Luft, die in einer bestimmten Zeit eingeathmet wird, proportional. So wird, zum Beispiel, die

Wärme des thierischen Körpers durch die Bewegung, und überhaupt durch alles, was die Respiration beschleunigt, größer.

Diese Betrachtungen veranlaßten mich natürlicher Weise zu einer genauern Untersuchung dieses Gegenstandes. Folgende Sätze enthalten das Resultat derselben.

Erster Satz.

Die atmosphärische Luft enthält eine größere Menge absolute Wärme, als die aus den Lungen der Thiere ausgeathmete Luft, und die Menge der absoluten Wärme in jeder zur Respiration geschickten Luftgattung verhält sich fast eben so, wie die Reinigkeit dieser Luftgattung, oder wie das Vermögen derselben, das thierische Leben zu unterhalten.

Bevor ich zu einem direkten Beweise dieses Satzes übergehe, muß ich nothwendig die Veränderung betrachten, welche die Luft in den Lungen erleidet. Es ist allgemein bekannt, daß die ausgeathmete Luft eine Fällung des Kalkes aus dem Kalkwasser bewirkt; sie enthält also zum Theil Luftsäure. Herr Priestley hat beobachtet, daß das Residuum dieser Luft eine Mischung aus atmosphärischer Luft und derjenigen Gasart ist, welche dieser Naturforscher phlogistisirte Luft (eine Art, welche keine Fällung des Kalkwassers bewirkt, aber ein hineingehaltenes brennendes Licht auslöscht, und dem thierischen Leben nachtheilig ist,) genennt hat.

Aus den folgenden Thatsachen erhellt, glaub' ich, ganz deutlich, daß die bei dem Athemholen hervorgebrachte fixe Luft von einer Veränderung abhängt, welche

welche die atmosphärische Luft in den Lungen erleidet.

Die Luft wird, in Ansehung ihrer Eigenschaften, durch phlogistische Processe umgeändert, und obgleich verschiedene von diesen Processen unter einander gänzlich verschieden sind, so ist doch die Veränderung, die in der Luft hervorgebracht wird, in allen Fällen fast die nämliche. Ihr Inbegriff wird vermindert; sie wird untauglich gemacht, das thierische Leben zu unterhalten; auch löscht sie ein hinein gehaltenes brennendes Licht aus. Und, wenn wir einige sehr wenige Fälle, bei welchen die fixe Luft eingeschluckt worden ist, ausnehmen, so bewirkt sie überhaupt eine Präcipitation des Kalkwassers. Wir haben also Grund zu glauben, daß es schlechterdings keinen phlogistischen Proceß in der Natur giebt, der nicht mit einer Erzeugung der fixen Luft vergesellschaftet seyn sollte.

Man kann wirklich annehmen, daß diese Luft von der Substanz abgeschieden wird, welche das brennbare Wesen darreicht.

Ein Theil der fixen Luft kann in einigen Fällen, zum Beispiel bei der Verbrennung und Verfaulung verschiedener Körper, aus dieser Quelle kommen; aber es giebt auch einige andere Fälle, in welchen, wie man gewiß weiß, die fixe Luft ihre Entstehung von einer in der atmosphärischen Luft hervorgebrachten Veränderung hat. — So bewirkt die durch die Flamme des höchstverstärkten Weingeistes und des Schwefels verminderte Luft eine Trübung des Kalkwassers, und eben diesen Erfolg beobachtet man auch, wenn man die durch Salpeterluft verminderte, oder mit entzündlicher Luft verpufte atmosphärische Luft mit Kalkwasser vermischt; allein man hat nie gefunden, daß der Schwefel, der höchstverstärk-

te Weingeist, und die Salpeter- oder entzündliche Luft mephitisches Gas enthalten.

Indes hat uns Herr D. Priestley den entscheidendsten Beweiß dieser Thatsache in folgendem Versuch hinterlassen. Er ließ den elektrischen Funken durch eine gläserne Röhre hindurchgehen, deren unterer Theil mit einem durch Lackmustinktur blau gefärbten Wasser angefüllt war, und er bemerkte, daß sich die Farbe dieses Wassers binnen wenig Minuten veränderte und roth ward, und daß ferner die eingeschlossene Luft in Ansehung ihres Inbegriffs vermindert und höchst schädlich gemacht worden war. Uiberdies beobachtete er auch, daß, wenn er den Funken in eine mit Kalkwasser gesperrte Luft leitete, der Kalk daraus niedergeschlagen ward *).

Wenn also bei diesen Processen eine Menge fixe Luft durch eine Veränderung in der atmosphärischen hervorgebracht worden ist, so können wir folgern, daß die nämliche Wirkung bei allen andern phlogistischen Processen verursacht wird.

Es ist also augenscheinlich, daß die atmosphärische Luft bei dem Athmen in fixes und phlogistisirtes Gas verwandelt wird. Um die Wahrheit des obigen Satzes darzuthun, müssen wir die absolute Wärme der fixen und phlogistisirten Luft mit der der atmosphärischen vergleichen. — Die folgenden Versuche sind in der Absicht angestellt worden, um die Wärme dieser verschiedenen Luftgattungen genau zu bestimmen.

Erster

*) M. s. Herrn Priestley's Versuche und Beobachtungen über die Luft, 1ster Band.

Erster Versuch.

Luft in der Stube — 52

Eine Blase, die eine Pinte atmosphärischer Luft = 102 Gr. enthielt, tauchte ich in

Eine Pinte Wasser, dessen Wärme 52 Gr. war.

Die Wärme des Wassers war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,
1 Minute	53	52½
2 —	53	52½
3 —	53¼	53
4 —	53¼	53¼

Es scheint, daß die Luft und das Wasser in diesem Versuch nur erst nach Verlauf einer Zeit von 4 Minuten eine und die nämliche Temperatur angenommen haben, und daß dies in der That der Fall gewesen ist, beweißt der folgende Versuch.

Zweiter Versuch.

Ich nahm, zu einer Zeit, da die Wärme der Luft in meinem Zimmer 64 Grad betrug, eine Pinte Wasser, dessen Temperatur an der Oberfläche = 63 und auf dem Boden des Gefäßes = 6 2⅓ Grad war, und tauchte eine Pinte atmosphärische 163 Grad warme Luft, die ich in eine Blase eingeschlossen hatte, hinein. Nach Verlauf 1 Minute zeigte ein Wärmemesser, den ich nahe an der Oberfläche des Wassers angebracht hatte, und der zugleich mit der Blase in Berührung stand, 67½, und ein anderer, der sich nahe am Boden befand, 62⅓;

nach 2 Minuten zeigte der erstere 65, und der leztere 63

3	—	65	—	$63\frac{1}{3}$
4	—	$64\frac{1}{2}$	—	$63\frac{2}{3}$
5	—	$64\frac{1}{3}$	—	$63\frac{2}{3}$

Bei diesem Versuch, den ich mit der nämlichen Blase anstellte, welcher ich mich bei dem vorhergehenden bedient hatte, überstieg die Wärme der Luft in der Blase dicht an der Oberfläche die Wärme des Wassers verschiedene Minuten hinter einander. Hieraus läßt sich die Ursache abnehmen, warum in dem ersten Versuch die Temperatur des Wassers 4 Minuten lang stufenweise an der Oberfläche und am Boden zunahm. Denn während dieser Zeit fuhr das Wasser immer fort, Wärme von der Luft, die in dasselbe getaucht worden war, anzunehmen.

Die bei diesem Versuch dem Wasser durch die Luft und die dieselbe enthaltende Blase mitgetheilte Wärme war $1\frac{1}{4}$. — Die Portion von dieser Wärme, welche durch die Blase hervorgebracht worden war, giebt der folgende Versuch genau zu erkennen.

Dritter Versuch.

Die nämliche Blase, mit welcher ich die eben beschriebenen Versuche angestellt hatte, trocknete ich, nachdem sie von der darinn enthaltenen Luft befreit worden war, und erwärmte sie bis zum 102 Gr. dann tauchte ich sie in eine Pinte Wasser, dessen Wärme 52 Grad betrug. Nach Verlauf

1 Minute war die Wärme des Wassers an der Oberfläche $52\frac{1}{4}$ am Boden 52

2 — — $52\frac{1}{4}$ $52\frac{1}{4}$

Wir

Wir müssen also annehmen, daß die Wärme, welche in dem zweiten Versuch dem Wasser von der Blase mitgetheilt worden ist, $\frac{1}{4}$ Grad betragen habe, und daraus folgt, daß auf die Luft ein Grad gerechnet werden müsse.

Um aus dem obigen Versuch die absolute Wärme der atmosphärischen Luft, mit der des Wassers verglichen, zu entdecken, kann man eine Betrachtung darüber anstellen, was wohl für eine Wirkung hervorgebracht worden seyn würde, wenn die atmosphärische Luft eine und die nämliche absolute Wärme mit dem Wasser gehabt hätte. In diesem Fall würde die Luft, wenn sie nur den hundertsten Theil von der Dichtigkeit des Wassers hätte, und 100 Grad wärmer gemacht worden wär, als das Wasser, diesem beinahe einen Grad Hitze mitgetheilt haben. Wenn sie nur den achthundertsten Theil von der Dichtigkeit des Wassers hätte und 100 Grad heißer gemacht worden wär, als diese Flüssigkeit, so würde sie derselben fast ein Achtel eines Grades mittheilen. Wär sie nur 50 Grad wärmer gemacht worden, als das Wasser, so würde dieses ein Sechzehntel eines Grades, davon angenommen haben. Nun verhält sich aber die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft zu der des Wassers beinahe wie 1 zu 800, wenn also bei dem Versuche, von dem hier die Rede ist, die atmosphärische Luft eine und die nämliche absolute Wärme mit dem Wasser gehabt hätte, so würde sie dieser Flüssigkeit beinahe ein Sechzehntel eines Grades Wärme mitgetheilt haben. Aber sie theilte derselben einen ganzen Grad Hitze mit; folglich muß die atmosphärische Luft wenigstens 16 mal mehr absolute Wärme enthalten, als das Wasser.

Herr Irvine hat durch seine Bemühungen eine allgemeine Regel entdeckt, vermittelst welcher die comparativen Quantitäten der absoluten Wärme in den Körpern bestimmt werden können, wenn die Mengen der Materie und die in der empfindlichen Wärme hervorgebrachten Veränderungen ungleich sind. In diesem Fall verhalten sich die Mengen der absoluten Hitze wechselsweise wie die Veränderungen in der empfindlichen Wärme, durch die Quantitäten der Materie multiplicirt.

Durch Hülfe dieser Regel kann das Verhältniß der Wärme der atmosphärischen Luft zu der des Wassers auf folgende Art genauer berechnet werden.

Es ist augenscheinlich, daß, wenn gleiche Größen von Luft und Wasser genommen worden wären, und wenn diese beiden Flüssigkeiten gleiche Dichtigkeit hätten, sich die absolute Wärme der Luft zu der des Wassers wie 1 zu 49 verhalten haben würde; dies ist die wechselsweise Proportion der in den empfindlichen Wärmen hervorgebrachten Veränderungen.

Wenn aber die in den empfindlichen Wärmen hervorgebrachten Veränderungen gleich gewesen wären, so würden sich die absoluten Wärmen wechselseitig verhalten haben, wie die Mengen der Materie. Es folgt, daß, wenn keins von beiden gleich ist, die absoluten Wärmen in dem zusammengesetzten Verhältniß, der durch das Wasser bewirkten empfindlichen Hitze mit der aus der Luft abgesonderten Wärme, und der Quantität Wasser mit der Menge Luft, stehen.

Der Versuch war in einem zinnernen Gefäß angestellt worden, das ein Quart faßte, und dessen

Fähig=

Fähigkeit, die Wärme anzunehmen, sich zu der des Wassers verhielt beinahe wie 1 zu 16. Das Wasser betrug an Menge 16 Unzen, und also war die vom Gefäß aufgenommene Wärme der gleich, welche von einem Sechzehntheil der 16 Unzen Wasser, oder, mit andern Worten, von einer Unze Wasser würde aufgenommen worden seyn. Beides, das Wasser und das Gefäß zusammen waren also 17 Unzen Wasser gleich, und da nun die specifische Schwere der Luft sich zu der des Wassers, genau genommen, wie 1 zu 862 verhält, so ergiebt sich, daß die in 17 Unzen Wasser enthaltene Menge von Materie sich zu der, welche in einer Pinte Luft befindlich ist, fast wie 915 zu 1 verhält. Die absolute Wärme der Luft steht also mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß 915 zu 1 und
1 zu 49;
diesem zufolge verhält sich die in dem ersten von diesen Elementen enthaltene Wärme zu der, welche das leztere enthält, wie 915 zu 49, oder fast wie 18. 6 zu 1.

Bei der Berechnung dieses Versuchs ist die Wärme, die durch die äusserliche Luft hinweggenommen worden ist, nicht mit in Betrachtung gezogen worden; denn da die Temperatur des Wassers, nachdem die Luft in dasselbe getaucht worden war, die der Atmosphäre nur um $1\frac{1}{4}$ überstieg, so war die Portion Wärme, welche so weggeführt worden ist, so unbedeutend, daß man eben keine Rüksicht darauf zu nehmen braucht.

Ich muß noch bemerken, daß man keine vollkommne Genauigkeit bei Versuchen von dieser Art erwarten darf, theils weil die Wärmemesser unvollkommen sind, und theils auch deswegen, weil es schwer

ist,

ist, den vierten, oder den dritten Theil eines Grades durch das Gesicht richtig zu beurtheilen.

Indes ist der Versuch, um die Hitze der atmosphärischen Luft zu bestimmen, oft wiederholt worden, — jede Wiederholung hat darzu gedient, den allgemeinen Schluß zu bestätigen, und ich habe, dem Resultat verschiedener Untersuchungen zufolge, den stärksten Grund zu glauben, daß das Verhältniß der Wärme der atmosphärischen Luft zu der des Wassers, wie ich es aus dem obigen Versuch hergeleitet habe, der Wahrheit gemäß ist.

Ich habe den Vorsatz gefaßt, in der Folge durch eine größere Anzahl von Arbeiten die Wärme der verschiedenen Luftarten, vermittelst einiger zu dieser Absicht besonders verfertigten Wärmemesser, mit aller nur möglichen Genauigkeit zu bestimmen.

Ich will zunächst zur Untersuchung der Wärme des mephitischen und phlogistischen Gas übergehen.

Vierter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer 52.

Eine Pinte mephitische Luft, die ich vermittelst der Vitriolsäure aus Kalkerde dargestellt hatte, that ich in eine Blase und erwärmte sie bis zum 104 Grad, hierauf tauchte ich sie in eine Pinte Wasser = 54 Gr. und so fand ich, daß die Temperatur des Wassers

				Oberfläche,		Boden,
nach Verlauf	1	Minute war		54		54
—	2	—	fast	54¼	fast	54¼
—	3	—	—	54¼	—	54¼

Die

Die Blase, welche diese Luft enthielt, theilte einer Pinte Wasser $\frac{1}{4}$ Grad Wärme mit, nachdem ich sie ihrer Luft entledigt und 50 Grad wärmer gemacht hatte, als die Temperatur des Wassers war.

Ich habe diesen Versuch öfters, und immer mit dem nämlichen Erfolg wiederholt.

Fünfter Versuch.

Wärme der Luft in der Stube 67.

Eine Pinte Luft, die ich durch die Wirkung des Feuers aus Harz entwickelt hatte, that ich in eine Blase, erwärmte sie bis zum 104 Grad, und tauchte sie dann in eine Pinte Wasser = 64 Gr. Die Temperatur des Wassers war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,
1 Minute	$64\frac{1}{2}$	64
2	$64\frac{1}{2}$	64
3	$64\frac{1}{2}$	64
4	$64\frac{3}{4}$	$64\frac{1}{4}$

Die von der darinn befindlichen Luft befreiete Blase theilte einer Pinte Wasser, unter den nämlichen Umständen, $\frac{1}{2}$ Grad Wärme mit.

Um diese Luft zu erhalten, hatte ich eine kleine Portion Harz in den Lauft eines Schießgewehrs gethan, und das Ende desselben so erhitzt, daß es roth glühte. Als sich das Harz stark entzündet hatte, wurde kalte Luft in das Zündloch hinein geblasen, und unmittelbar darauf fiengen die Dämpfe an, haufenweiß davon zu gehen. An das Ende des Laufts hatte ich eine zusammen gefaltete Blase befestiget.

Die auf diese Art dargestellte Luft war zum Theil entzündlich; denn wenn ich sie in die Flamme

eines

eines Lichts leitete, so brennte sie mit einer blaßblauen Flamme. Sie bestand vorzüglich aus fixer und phlogistisirter Luft.

Sechster Versuch.

Eine Pinte Luft, die auf die nämliche Art, deren ich mich beim vorhergehenden Versuche bedient hatte, aus Talg entbunden, und in eine Blase gethan worden war, erwärmte ich bis zum 113 Gr. Hierauf nahm ich eine Pinte Wasser, dessen Wärme 63 Gr. war, und tauchte die mit Luft gefüllte Blase hinein. Die Temperatur des Wassers war

	Oberfläche,	Boden,
nach Verlauf 1 Minute	$63\frac{3}{4}$	63
2 —	$63\frac{1}{2}$	$63\frac{1}{4}$
3 —	$63\frac{1}{2}$	$63\frac{1}{2}$
4 —	$63\frac{1}{2}$	$63\frac{1}{2}$

Als ich hierauf eben diese Blase völlig luftleer machte, und, unter den nämlichen Umständen, in eine Pinte Wasser tauchte, so nahm die Wärme desselben um $\frac{1}{2}$ Grad zu.

Diese Luft war auch zum Theil entzündlich, aber sie bestand vorzüglich aus fixem und phlogistisirtem Gas.

Aus diesen Versuchen erhellt, daß die Quantität empfindliche Wärme, die einer gleichen Größe Wasser (dessen Temperatur 50 Gr. schwächer war,) von der fixen und phlogistisirten Luft mitgetheilt worden ist, so klein ist, daß sie vermittelst eines Thermometers nicht gemessen werden kann. Wir haben aber gesehen, daß eine Pinte atmosphärische Luft, unter den nämlichen Umständen, einer Pinte Wasser

einen

einen Grad Wärme mittheilt, und hieraus können wir also mit Gewißheit folgern, daß die absolute Wärme der atmosphärischen Luft größer ist, als die des fixen und phlogistisirten Gas.

Herr Cavendish hat gefunden, daß sich die specifische Schwere der fixen Luft zu der des Wassers wie 1 zu 511 verhält; wenn dieselbe also mit dem Wasser gleich viel absolute Wärme enthalten hätte, so würde sie dem Wasser beinahe $\frac{1}{11}$ Grad mitgetheilt haben; hätte sie aber weniger absolute Wärme, als das Wasser, enthalten, so würde sie demselben weniger, als $\frac{1}{11}$ Gr. beigebracht haben. Allein solche kleine Abänderungen der Wärme können nicht mit dem Thermometer bestimmt werden, und man kann also aus diesem Versuch, in Hinsicht auf die komparative Wärme des Wassers und der mephitischen Luft, keine ganz genaue Schlußfolge ziehen.

Es ist allgemein bekannt, daß die rohe Kalkerde sehr viel Luftsäure, oder fixe Luft enthält, und die Erfahrung hat gelehrt, daß im Kalk und Kalkstein eine so große Menge von dieser Luftart befindlich ist, daß sie mehr als ein Drittel der Schwere jener erdigen Körper ausmacht.

Herr D. Black ist durch Versuche überzeugt worden, daß diese Substanzen, wenn ihnen die fixe Luft, die sie in ihrem natürlichen Zustande enthalten, entzogen worden ist, in lebendigen Kalk verwandelt werden; da nun durch die Abscheidung der fixen Luft von der Kalkerde keine empfindliche Wärme oder Kälte hervorgebracht wird, (eine Behauptung, die ich in der Folge zu bestätigen mir vorbehalte,) so ist es möglich, die absolute Wärme der fixen Luft, durch Vergleichung der Wärme der rohen

hen Kalkerde mit der des gebrannten Kalks, genau anzugeben.

Die folgenden Versuche sind in der Absicht angestellt worden, die Wärme der rohen Kalkerde und des lebendigen Kalks zu bestimmen.

Siebenter Versuch.

Ein Pfund rohen Kalk, dessen Wärme 58 Gr. war, vermischte ich mit
1 Pfund Wasser = 158 Gr.
Die Temperatur der Mischung war
nach Verlauf 1 Minute 135
— 2 — 134

Sezt man, (wegen der in der ersten Minute von der Luft hinweggenommenen Wärme,) einen Grad hinzu, so bekommt man 136, als die wahre Temperatur der Mischung.

Die Wärme des Kalks war von 58 bis zum 136 Gr. oder 78 Gr. gestiegen.

Das Wasser war vermittelst des Kalks und des Gefäßes zusammen 22 Gr. vom Gefäß allein aber beinahe 2 Gr. und folglich vom Kalk 20 Gr abgekühlt worden. Die Wärme des Wassers verhält sich also zu der des Kalks wie 78 zu 20, oder wie 3. 9 zu 1.

Ich muß hier bemerken, daß keine empfindliche Wärme hervorgebracht ward, als ich gleiche Mengen Kalk und Wasser, die beide 57 Gr. Wärme (welches die Temperatur der Luft im Zimmer war,) hatten, mit einander vermischte.

Die

Die absolute Wärme des lebendigen Kalkes kann nicht genau entdeckt werden, wenn man sich des Wassers zur Vergleichung bedient; denn diese Flüssigkeit geräth in eine sehr starke Hitze, wenn sie mit ungelöschtem Kalk vermischt wird. Aus dieser Ursach entschloß ich mich, die absolute Wärme des gebrannten Kalks dadurch zu bestimmen, daß ich gleiche Quantitäten rohen und gebrannten Kalk, die aber beide verschiedene Temperaturen besaßen, mit einander mischte. Indes um gewiß zu seyn, ob der Versuch auf diese Art völlig genau würde angestellt werden können, machte ich zuerst folgendes Experiment mit roher Kalkerde.

Achter Versuch.

Luft 64

Ein halbes Pfund gestoßener Kalk 64 wurde mit einer gleich großen Menge pulverisirten Kalks, dessen Wärme 164 Gr. war, vermischt. Die Temperatur der Mischung war

nach Verlauf	1	Minute	116
—	2	—	114
—	3	—	112
—	4	—	111½
—	5	—	111
—	6	—	110½
—	7	—	110¼
—	8	—	110

Die Wärme des Gefäßes, worinn dieser Versuch gemacht ward, betrug 114 Gr. bevor die Mischung hineingethan worden war; es erhellt also hieraus, daß, wenn gleiche Mengen Kalk, die eine ver-

verschiedene Temperatur besitzen, mit einander vermischt werden, die Temperatur der Mischung, nach Verlauf zweier Minuten, die Hälfte des Uiberschusses der Wärme des wärmern Körpers für den kältern war.

Verschiedene Versuche haben mich belehrt, daß der Kalk sich sehr langsam erwärmt und abkühlt, und dies scheint Ursach gewesen zu seyn, warum der warme und kalte Kalk nicht eher, als nach Verlauf der zweiten Minute, eine gleiche Wärme angenommen haben.

Neunter Versuch.

Ein Pfund lebendigen Kalk = 61 Gr. vermischte ich mit 1 Pfund rohen Kalk = 161. Die Wärme dieser Mischung war

nach Verlauf	1	Minute	110
—	5	—	110
—	6	—	111
—	7	—	111½
—	8	—	112
—	9	—	111½
—	10	—	111
—	11	—	110½
—	12	—	110

Das Gefäß war, bevor die Mischung hineingethan wurde, bis zum 111 Gr. erhitzt worden.

Aus diesem Versuch ergiebt sich, daß, nachdem der rohe und der lebendige Kalk mit einander vermischt worden waren, das Thermometer zuerst bis auf den 110 Gr. herabsunk, und dann allmählig bis zum 112 stieg, aber nie über diesen Punkt

kam;

kam; die Mischung ward dann in jeder Minute einen halben Grad kälter.

Wenn wir also 112 als die Temperatur der Mischung annehmen, so werden wir zuverläßig die Wahrheit ziemlich nahe getroffen haben. Ich will noch erinnern, daß man die Wärme des lebendigen Kalkes nicht größer machen darf, als sie in der That ist; denn ob es gleich scheint, daß einige empfindliche Hitze durch die Mischung hervorgebracht worden ist, so besteht doch die ganze Wirkung, welche die Hervorbringung der empfindlichen Wärme bei dieser Berechnung haben kann, darinn, die Wärme des ungelöschten Kalkes, verglichen mit der des rohen Kalks, zu vermindern.

Nimmt man 112 als die gemeine Temperatur an, so hat man 49 für die aus dem rohen Kalk abgesonderte Wärme und 51 für die, welche der lebendige Kalk erhalten hat. Folglich ist die absolute Wärme des rohen Kalks zu der des lebendigen wie 51 zu 49.

Die Kälte ist aber nicht durch die Absonderung der fixen Luft aus der Kalkerde erzeugt worden; denn es würde sonst eine Wärme hervorgebracht werden, wenn man diese beiden Substanzen mit einander verbindet. Diese Folgerung ist in der That keine bloße Muthmaßung, sondern sie gründet sich auf verschiedene Thatsachen, und ist von Erscheinungen hergeleitet, die in ähnlichen Fällen wirklich in der Natur statt haben. So wird zum Exempel durch die Verwandlung des Wassers in Dämpfe Kälte; und durch die Verdichtung dieser Dämpfe Wärme erzeugt. — Herr Black hat bei vielen und verschiedenen natürlichen Erscheinungen ähnliche Wirkungen beobachtet, und da kein Beispiel zu Gunsten der entgegengesezten Meinung angeführt werden

kann; so kann man überhaupt leicht schließen, daß, wenn ein Körper, indem er seine Gestalt verändert, Kälte erzeugt, eben dieser Körper Wärme hervorbringen werde, wenn er seine erste Gestalt wieder annimmt.

Um zu entdecken, ob durch die Vereinigung des lebendigen Kalkes mit fester Luft eine empfindliche Wärme hervorgebracht wird, machte ich folgenden Versuch. Ich nahm anderthalb Unzen lebendigen Kalk, dessen Wärme 66 Gr. war, und sezte denselben den Dämpfen aus, die ich vermittelst der Vitriolsäure aus roher Kalkerde entband. Binnen wenig Minuten stieg der Wärmemesser, den ich in die Mischung hielt, bis zum 88 Gr. die Wärme des Dampfes war 82, und der in den lebendigen Kalk gehaltene Wärmemesser zeigte 78.

Wenn bei diesem Versuch, durch die Vereinigung des lebendigen Kalks mit Luftsäure, empfindliche Wärme hervorgebracht worden wär, so würde die Hitze des lebendigen Kalks größer gewesen seyn, als die des Dampfes.

Ich habe auch beobachtet, daß keine empfindliche Wärme hervorgebracht wird, wenn man lebendigen Kalk durch fixe Luft aus Kalkwasser niederschlägt.

Man kann also mit viel Wahrscheinlichkeit folgern, daß durch die Vereinigung dieser Luftart mit Kalkerde keine empfindliche Wärme erzeugt wird. Uibrigens erhellt aus diesen Versuchen und aus verschiedenen andern Erscheinungen, daß, wenn ja durch die Verbindung dieser Substanzen Wärme hervorgebracht wird, die Menge derselben doch so unbeträchtlich ist, daß die Schlüsse, die auf den folgenden Seiten befindlich sind, dadurch auf keine Art geändert oder eingeschränkt werden können.

Da also keine Wärme erzeugt wird, wenn man diese Substanzen mit einander vereinigt, so kann man folgern, daß keine Kälte entsteht, wenn sie von einander getrennt werden; sie werden folglich auch, während dieses Processes, keine Hitze von den sie umgebenden Körpern einschlucken. Man kann hieraus abnehmen, daß die Menge von Wärme, die in der Erde und der Luft, wenn beide von einander getrennt sind, enthalten ist, nicht größer sey, als die Wärme, die sie vor der Trennung enthalten.

Ich will hier die Wahrheit dieser Folgerung kürzlich erläutern.

Man hat durch Versuche gefunden, daß die nämliche Wärme, die den Spießglanzkönig um 1 Grad heißer macht, den Spießglanzkalk nur um ein Drittel eines Grades heißer machen werde.

Wenn wir also annehmen, daß dieser König, indem er sich in der gewöhnlichen Wärme der Atmosphäre befindet, 200 Grad Wärme enthält, und wir denken, daß er plözlich in einen Kalk verwandelt würde, so wird die in dem König befindliche Wärme den Kalk nur um den dritten Theil, oder um $66\frac{2}{3}$ Gr. heißer machen; der leztere wird folglich, während der Kalcination $133\frac{1}{3}$ Gr. Wärme absorbiren. Hieraus ersieht man also, daß der Kalk 3 mal mehr absolute Wärme enthält, als der König.

Wenn die feste Luft und die Kalkerde, indem sie von einander getrennt sind, eine größere Menge absolute Wärme enthalten, als wenn sie mit einander verbunden sind, so würde, auf gleiche Art, bei der Trennung dieser beiden Substanzen von einander nothwendig eine Einschluckung der Wärme statt haben. Wir haben aber bewiesen, daß während der Trennung derselben keine Wärme absorbirt wird, und wir können also schließen, daß, wenn eine gegebene Menge ro-

her Kalk in seine Bestandtheile zerlegt, oder in feste Luft und ungelöschten Kalk verwandelt wird, die absolute Hitze des lebendigen Kalks und der fixen Luft zusammen genommen nicht größer ist, als die Wärme, die ursprünglich im Kalk enthalten war *).

Aus diesen Erfahrungen kann die absolute Wärme der fixen Luft, verglichen mit der des Kalks, auf folgende Art berechnet werden.

Es ist erwiesen worden, daß sich die absolute Wärme des rohen Kalks zu der des Ungelöschten verhält, wie 51 zu 49, oder beinahe wie 25 zu 24. Wir wollen annehmen, daß der Kalk ein Drittel seines Gewichts feste Luft enthält, und daß die absolute Wärme, die in dem durch die Kalcination einer gegebenen Menge rohen Kalks hervorgebrachten lebendigen Kalk und der fixen Luft befindlich ist, der gleich sey, welche im rohen Kalk, vor der Kalcination enthalten war. Wenn wir uns nun die ganze Wärme des Kalks in 25 gleiche Theile getheilt denken, so wird die in dem lebendigen Kalke, nach Absonderung der fixen Luft, enthaltene Wärme sich zu der ursprünglichen Wärme des Kalkes verhalten, wie 16 zu 25. Denn wenn der ungelöschte Kalk an Menge dem rohen gleich wär, so würde sich dessen Wärme zu der des Kalks verhalten wie 24 zu 25; allein

*) Diese Folgerung ist durch die Entdeckungen, die der gelehrte Herr D. Irvine in Rücksicht auf die Ursache der Erscheinungen der verborgenen Wärme gemacht hat, noch mehr bestätigt worden. Da aber eben diese Entdeckungen der Welt noch nicht bekannt gemacht worden sind, so hab' ich mir die Freiheit nicht genommen, den Zusammenhang derselben mit diesem Theil meines Gegenstandes hier aus einander zu setzen.

allein da derselbe nur 2 Dritteln des Kalks gleich ist, so wird sie sich wie 16 zu 25 verhalten. Und da die Wärme des lebendigen Kalks und der fixen Luft zusammengenommen der ursprünglichen Wärme des Kalks gleich ist, so wird die Wärme der fixen Luft der Differenz gleich seyn, die zwischen der Wärme des rohen und des ungelöschten Kalks statt hat, oder sie wird durch die Differenz zwischen 16 und 25 ausgedrückt werden, das ist, die in der fixen Luft, nach der Trennung derselben vom rohen Kalk, enthaltene Wärme wird sich zur ursprünglichen Wärme des rohen Kalks verhalten, wie 9 zu 25, da die Menge der Materie, welche die fixe Luft ausmacht, nur den dritten Theil der Menge beträgt, welche im rohen Kalk befindlich ist. Wenn man also gleiche Quantitäten von Kalk und fixer Luft nimmt, so wird sich die Wärme dieser Luft zu der des Kalks verhalten, wie 9 multiplicirt durch 3, oder wie 27 zu 25, oder wie $1\frac{2}{27}$ zu 1.

Es ist bereits erwiesen worden, daß sich die Wärme des rohen Kalks zu der des Wassers verhält wie 20 zu 78, oder wie 1 zu 3. 9. Aber die Wärme der fixen Luft ist zu der des Kalks wie $1\frac{2}{27}$ zu 1, folglich verhält sich die Wärme der fixen Luft zu der des Wassers beinahe wie 1 zu 3. 6.

Aus diesen Grundsätzen können wir die comparative Wärme der festen und der atmosphärischen Luft bestimmen. Die absolute Wärme der atmosphärischen Luft verhält sich zu der des Wassers, wie 18. 6 zu 1; die absolute Wärme des Wassers zu der der fixen Luft wie 3. 6 zu 1, und also ist die Wärme der atmosphärischen Luft zu der der fixen, wie 18. 6 multiplicirt durch 3. 6 zu 1 oder beinahe wie 67 zu 1.

Zehnter

Zehnter Versuch.

Ich nahm zu einer Zeit, da die Wärme der Luft in der Stube 52 Gr. war,

Funfzehn Unzen Wasser, dessen Wärme 51 Gr. betrug, und

Eine Quantität dephlogistisirte Luft, die in Ansehung ihres Inbegriffs 10 Unzen Wasser gleich war;

Diese erwärmte ich bis zum 101sten Gr. und tauchte dann die Blase, worinn sie sich befand, in das Wasser, hierauf brachte ich die Kugel eines Wärmemessers 2 Minuten lang mit der Blase in Berührung. Die Temperatur der Luft war

nach Verlauf	1 Minute	57
—	2 —	55.

Als ich hierauf den Wärmemesser von der Blase entfernt hatte, fand ich, daß das Wasser

nach Verlauf	3 Minuten	54
—	4 —	54
—	5 —	54
—	6 —	54 Gr. Wärme hatte,

sowohl in der Mitte des Gefäßes, als auf der Oberfläche. Die Blase, worinn die Luft enthalten war, theilte dem Wasser, unter den nämlichen Umständen $\frac{1}{4}$ Grad Wärme mit (so genau nämlich bestimmt, als es nach dem Augenmaaß möglich war).

Da ich 15 Unzen Wasser in dem nämlichen Gefäß 2 Grad wärmer gemacht hatte, als die Temperatur der Atmosphäre war, so betrug die Abkühlung,

lung, die es in einer Zeit von 20 Minuten erlitt, 1 Grad, oder in 5 Minuten $\frac{1}{4}$ Grad. Wenn man also die durch die Blase mitgetheilte Wärme der gleich schäzt, welche durch die Atmosphäre in den ersten 5 Minuten hinweggeführt worden ist, so bleiben für die dem Wasser von der dephlogistisirten Luft beigebrachte Wärme 3 Grad übrig.

Die specifische Schwere der dephlogistisirten Luft verhält sich, den genauen Beobachtungen des Herrn D. Priestley zufolge, zur specifischen Schwere der atmosphärischen, wie 187 zu 185, und also zu der des Wassers beinahe wie 1 zu 852. Allein der Inbegriff des Wassers übertraf bei dem obigen Versuch den Inbegriff der Luft um $\frac{1}{3}$, wenn also von beiden Stoffen gleiche Inbegriffe genommen worden wären, so würde das Wasser zur Luft wie 852 zu 1 gewesen seyn, da nun aber jene Flüssigkeit diese um $\frac{1}{3}$, übertraf, so verhielten sich die Mengen der Materie, wie 1278 zu 1. Die vom Gefäße aufgenommene Wärme war der gleich, welche von einer Unze Wasser würde aufgenommen worden seyn; das Wasser und das Gefäß zusammen waren also 16 Unzen Wasser gleich, und da nun die Quantität Materie, welche in 16 Unzen Wasser enthalten ist, sich zu der, welche 10 Unzenmaaße dephlogistisirter Luft ausmachen, wie 1363 zu 1 verhält, so folgt, daß die absolute Wärme der dephlogistisirten Luft zu der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß 1363 zu 1 und 3 zu 47, oder wie 87 zu 1 ist.

Um diese Luft zu erhalten, hatte ich eine Quantität rothen Bleikalk (Mennige) mit gelblichem Salpetergeist befeuchtet, und dann diese salzige Masse, nach vorgängiger Trocknung, in ein gläsernes Gefäß gethan, und die Luft durch ein starkes Feuer in ange=

angebrachte Blasen übergetrieben. Sie war in der That sehr rein; denn ein Licht brennte mit einer lebhaften hellen Flamme darinn, und verursachte einiges Geräusch.

Aus diesem Versuch, mit dem ersten Experiment verglichen, ergiebt sich, daß die absolute Wärme der dephlogistisirten Luft sich zu der der atmosphärischen verhält, wie 87 zu 18. 6 oder beinahe wie 4. 6 zu 1. Herr Priestley, dessen Entdeckungen über diesen Gegenstand billig allgemein geschäzt und bewundert werden, hat erwiesen, daß eben diese Gasart in Rücksicht auf ihr Vermögen, das thierische Leben zu unterhalten, die atmosphärische Luft 5mal übertreffe.

Wir haben also, im Ganzen genommen, hinlängliche Veranlassung zu folgern, daß die atmosphärische Luft eine größere Menge absolute Hitze enthält, als die aus den Lungen der Thiere ausgeathmete Luft, und daß die Menge absolute Wärme, die in irgend einer zum Athemholen geschickten Luft enthalten ist, mit der Reinigkeit derselben, oder mit ihrem Vermögen, das thierische Leben zu unterhalten, sehr genau im Verhältniß stehet.

Zweiter Satz.

Das Blut, welches aus den Lungen durch die Lungenblutader ins Herz übergeht, enthält mehr absolute Wärme, als dasjenige, welches aus dem Herzen durch die Lungenschlagader in die Lungen übergeht.

Da das erstere durch die Blutadern in die große Schlagader, oder in das Schlagadersystem zurückgekehrt ist, so will ich es venöses Blut nennen, für das leztere aber werde ich den Ausdruck Schlagaderblut, (arteriöses Blut) wählen, weil es, in dem

näm-

nämlichen System, in die Schlagadern getrieben wird.

Die folgenden Versuche sind in der Absicht angestellt worden, um die Wärme des venösen und arteriösen Bluts zu bestimmen.

Erster Versuch.

Luft in der Stube —	68
Ein halbes Pfund (Kramergewicht) Wasser, mischte ich mit	53
einem halben Pfund und 400 Gran Schlagaderblut —	102

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf
1 Minute — 78
2 — — $77\frac{3}{4}$ beinahe
3 — — $77\frac{1}{2}$ (jezt geronn die Masse)
4 — — $77\frac{1}{2}$.

Zweiter Versuch.

Ein halbes Pfund Wasser (Kramergewicht) mischte ich mit	$53\frac{1}{2}$
Zehntehalb Unzen und 14 Gran venösen Blut	$99\frac{1}{3}$

Die Wärme der Mischung war nach Verlauf
1 Minute — 76
$3\frac{1}{2}$ — — 76 (jezt geronn die Feuchtigkeit)
8 — — 76
9 — — $75\frac{3}{4}$.

Bei diesen Versuchen mußte ich so geschwind, als möglich, zu Werke gehen, damit ich die Wärme der Mischung, bevor dieselbe geronn, bestimmen konnte, und aus dieser Ursach war das Wasser vorher

her genau gewogen worden. — Zum ersten Versuch hatte ich das Blut von einem Schaafe genommen, dessen Schlagader des Halses ich geöfnet hatte, und zum zweiten bediente ich mich des Blutes, das ich aus der Blutader des Halses abgelassen hatte; die Wärme der Mischung wurde dann mittelst eines Thermometers untersucht, und die Schwere des Blutes nach Endigung der Versuche bestimmt.

Wir lernen aus diesen Versuchen, daß die specifische Schwere des venösen Blutes größer ist, als die des arteriösen. Denn von beiden Arten Blut nahm ich beinahe gleiche Mengen, dem Maaße nach, und demungeachtet fand ich das erstere beträchtlich schwerer, als das leztere. Das arteriöse Blut schien auch weit flüssiger, als das venöse zu seyn, und ich habe bemerkt, daß, als beide mit gleichen Mengen Wasser gemischt worden waren, das venöse etwas später geronn, als das arteriöse.

Um die Wärme des Schlagaderbluts aus dem erstern von diesen Versuchen gewiß zu bestimmen, muß man auch darauf Rücksicht nehmen, daß zu der Zeit, da das Blut zu dem Wasser gegossen worden, ein kleiner Theil Wärme, während der Bewegung des Bluts durch die Atmosphäre, verloren gegangen ist. Ich habe mich durch eine nachher angestellte Erfahrung überzeugt, daß die auf diese Art verloren gegangene Wärme an Menge beinahe einen Grad betragen hat. Wenn diese noch zur Mischung hinzugesezt worden wär, so würde dieselbe fast um einen halben Grad wärmer geworden seyn; und da nun die Mischung vor ihrer Gerinnung in jeder Minute $\frac{1}{4}$ Gr. an Kälte zugenommen hat, so kann man, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme, wenigstens einen halben Grad

Grad hinzusetzen; dies giebt $78\frac{1}{2}$ als die Temperatur der Mischung.

Dieser Versuch war in einem zinnernen Gefäß angestellt worden, das eine Pinte faßte, und dessen Fähigkeit, die Wärme anzunehmen, sich zu der des Wassers beinahe wie 16 zu 1 verhielt. Das Wasser betrug 8 Unzen an Menge und die vom Gefäß aufgenommene Wärme war folglich der gleich, welche von einem Sechzehntheil einer Menge von 8 Unzen, oder von einer halben Unze Wasser aufgenommen worden seyn würde; es ergiebt sich also hieraus, daß die Wirkung des Gefäßes und des Wassers zusammen der gleich gewesen ist, die neunthalb Unzen Wasser hervorgebracht haben würden.

Die Temperatur der Mischung war $78\frac{1}{2}$, zieht man dies von 102 ab, so bleibt für die vom Blut abgesonderte Wärme $23\frac{1}{2}$. Das Wasser und das Gefäß waren von 53 auf $78\frac{1}{2}$, oder $25\frac{1}{2}$ gestiegen. Das Blut betrug an Menge 8 Unzen und 400 Gran (Kramergewicht) oder 3899 Gran. Das Wasser und das Gefäß zusammen waren neunthalb Unzen, oder 3717 Gran Wasser gleich, und folglich steht die Wärme des arteriösen Bluts mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, $8\frac{1}{2}$ Unzen zu 8 Unzen und 400 Gran und $25\frac{1}{2}$ zu $23\frac{1}{2}$, oder sie verhält sich wie 103 zu 100; die Wärme des Wassers zu der des arteriösen Bluts ist also wie 100 zu 103, oder fast wie 97.08 zu 100.

Bei Betrachtung des zweiten Versuchs ergeben sich $76\frac{1}{2}$ Grad als die Temperatur der Mischung, wenn man $\frac{1}{2}$ Grad wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme hinzurechnet.

Die Wärme des Bluts war von $99\frac{1}{3}$ zu $76\frac{1}{2}$ vermindert worden, oder die Abkühlung desselben

hatte

hatte beinahe 22. 83 betragen. Das Wasser und das Gefäß waren von $53\frac{1}{2}$ auf $76\frac{1}{2}$ oder 23 Grad gestiegen. Das venöse Blut betrug an Menge zehnthalb Unzen und 14 Gran (Kramergewicht) oder 4168 Gran. Das Wasser und das Gefäß zusammen waren neuntehalb Unzen Wasser gleich, folglich steht die Wärme des venösen Bluts mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, $8\frac{1}{2}$ Unzen zu $9\frac{1}{2}$ Unzen und 14 Gran und 22. 83 zu 23, oder sie verhält sich wie 100 zu 112.

Sezt man statt des arteriösen Bluts ein A, statt des venösen ein V, und statt des Wassers ein W, so wird das Verhältniß der Wärme des venösen Bluts zu der des arteriösen auf folgende Art bestimmt:

V	W	A
97. 08	100	112.

Also ist V: A:: 97. 08, oder beinahe wie 10 zu $11\frac{1}{2}$. Auf diese Art ergiebt sich, daß das Blut, welches aus dem Herze in die Lungen durch die Lungenschlagader übergeht, weniger absolute Wärme enthält, als das, welches aus den Lungen durch die Lungenblutader zum Herzen kommt.

Dritter Saz.

Die Fähigkeiten der Körper, Wärme zu enthalten, werden durch den Zusaz von Phlogiston vermindert, und durch die Absonderung dieses Grundstoffs vermehrt.

Da die Körper, wenn sie entzündet werden, ein Licht verbreiten und Wärme von sich geben, die in den Körpern selbst ihre Quelle hat, und da nur diejenigen Körper verbrennlich sind, die das Phlogiston in

in einer beträchtlichen Menge enthalten so haben die Naturforscher allgemein geglaubt, daß dieser Grundstoff entweder das Feuer selbst sey, oder aufs genaueste mit dem verbunden sey, was das Feuer hervorbringt. Wenn aber diese Meinung gegründet wär, so würden die Körper, wenn sie mit Phlogiston verbunden sind, eine größere Menge Feuer oder absolute Wärme enthalten, als wenn sie davon getrennt sind, die Metalle würden mehr absolute Wärme enthalten, als ihre Kalke, und der Schwefel mehr, als die Vitriolsäure. Allein aus den folgenden Versuchen erhellt, daß das Gegentheil, das ich in dem obigen Satz angenommen habe, statt findet.

Erster Versuch.

Luft in der Stube — 64
Ein halbes Pfund Wasser 62 vermischte ich mit Einem halben Pfund Zinn, 162.

Die Wärme der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,
1 Minute	68	68
2 —	68	68

Zweiter Versuch.

Ein halbes Pfund Wasser — 62 vermischte ich mit Einem halben Pfund grauen Zinnkalk 162.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	68	72	70
2 —	68¾	70	69⅜
3 —	68½	69½	69
4 —	69	69	69.

Diese

Diese Versuche wurden in einem zinnernen Gefäß angestellt, dessen Fähigkeit, Wärme anzunehmen, auf folgende Art bestimmt worden:

Ein halbes Pfund Wasser	—	160
goß ich in das Gefäß		60.
Die Temperatur des Wassers war nach Verlauf		
1 Minute	—	150
2 —	—	146
3 —	—	142.

Sezt man, wegen der durch die Luft in der ersten Minute hinweggeführten Wärme, 4 Grad hinzu, so hat man für die gemeinschaftliche Temperatur des Wassers und des Gefäßes 154. Die absolute Wärme des Gefäßes verhält sich also zu der des Wassers, wie 6 zu 94, oder wie 1 zu $15\frac{2}{3}$: das ist, die in dem Gefäß enthaltene Wärme war der Wärme gleich, die $15\frac{2}{3}$ Theil von 8 Unzen Wasser enthält, oder beinahe der Wärme, die in einer halben Unze Wasser enthalten ist.

Bei dem ersten Versuch war das Zinn 94 Grad kälter, und das Wasser 6 Grad wärmer geworden. Da also das Zinn 8 Unzen Wasser, und das Gefäß, das einer halben Unze Wasser gleich war, 6 Grad erwärmte, so folgt, daß es neuntehalb Unzen Wasser 6 Grad wärmer gemacht haben würde; folglich steht die absolute Wärme des Zinnes mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, 6 zu 94 und 8. 5 zu 8, oder sie verhält sich wie 1 zu 14. 7.

Bei dieser Berechnung ist die in der ersten Minute verloren gegangene Wärme nicht mit in Anschlag gebracht worden; denn, obgleich während der

Zeit,

Zeit, da das Zinn mit dem Wasser gemischt ward, mittelst der Luft eine Portion Wärme vom Zinn getrennt worden seyn muß, so ist diese doch so klein und unbedeutend gewesen, daß man keine Rücksicht darauf zu nehmen braucht. Wenn nur ein Grad Wärme auf diese Art abgesondert worden wär, so würde dadurch die Mischung nicht über $\frac{1}{14}$ Grad erwärmt worden seyn. Aus dem Versuch sieht man, daß die Mischung, nachdem das Zinn und das Wasser zu einer gemeinschaftlichen Wärme gebracht worden waren, so langsam erkaltete, daß die Wärme, die verloren gegangen war, mittelst eines Thermometers nicht gemessen werden konnte. Wenn wir aber dennoch, wegen der der Luft in der ersten Minute mitgetheilten Wärme, $\frac{1}{4}$ Grad hinzu zu setzen für nöthig erachteten, so würde sich die absolute Wärme des Zinns zu der des Wassers verhalten, beinahe wie 1 zu 14. 1.

Bei dem zweiten Versuch war die mittlere Temperatur der Mischung nach Verlauf einer Minute, 70; diese Mischung wurde in der Minute beinahe $\frac{1}{4}$ Grad kälter; sezt man daher, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme, $\frac{1}{4}$ Grad darzu, so hat man für die dem Wasser und dem Gefäß mitgetheilte Wärme $8\frac{1}{4}$, und für die vom Kalk getrennte Hitze $91\frac{3}{4}$. Der Kalk betrug aber an Menge 8 Unzen; das Wasser und das Gefäß zusammen waren neuntehalb Unzen Wasser gleich, folglich steht die Wärme des Zinnkalks mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, 8. 25 zu 91. 75 und 8. 5 zu 8, oder sie verhält sich wie 1 zu 10. Die absolute Wärme des Zinnkalks ist also zu der des Zinns, wie 14. 7 zu 10. 4.

Dritter

Dritter Versuch.

Ein Viertelpfund Wasser — 55 mischte ich mit Einem Viertelpfund Eisenkalk 155.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

		Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1	Minute	75	77	76
2	—	72	76	74
3	—	71	74	73½
4	—	71½	72½	72
5	—	71½	71½	71½.

Die Mischung ward, während einer Zeit von 5 Minuten, beinahe einen Grad in der Minute kälter.

Sezt man, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme, 1 Grad darzu, so hat man für die mittlere Temperatur der Mischung 77. Das Wasser war also 22 Grad wärmer, und der Kalk 78 Grad kälter geworden.

Der Eisenkalk betrug an Menge 4 Unzen; das Wasser und das Gefäß zusammen waren fünftehalb Unzen Wasser gleich, und also steht die Wärme des Kalks mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß; 22 zu 78 und 4. 5 zu 4, oder sie verhält sich beinahe wie 1 zu 3. 1.

Die Wärme des Eisens verhält sich, den Beobachtungen der Herren Black und Irvine zufolge, gegen die Wärme des Wassers, wie 1 zu 8. Ich habe seit der Zeit, daß diese Herren ihre Erfahrungen bekannt gemacht haben, den Versuch fast mit dem nämlichen Erfolg wiederholt *).

Es

*) Ich muß hier noch erinnern, daß vorher, ehe ich die in diesem Abschnitt erzählten Versuche angestellt habe, von den eben erwähn-

Es erhellt also, daß die absolute Wärme des Eisenkalks zu der des Eisens ist, wie 8 zu 3. 1.

Vierter Versuch.

Luft in der Stube 61
Ein halbes Pfund Wasser 58 mischte ich mit
Einem halben Pfund Blei 158.
Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,
1 Minute	62½	62½
2 —	62½	62½.

Fünfter Versuch.

Luft im Zimmer 61
Ein halbes Pfund Wasser 60 mischte ich mit
Einem halben Pfund Mennige 160.
Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	64½	67	65¾
2 —	64½	66½	65½
3 —	65	66	65½
4 —	65	65¼	65⅛
5 —	64½	64½	64½.

Die beim 4ten Versuch vom Gefäß aufgenommene Wärme war der gleich, welche eine halbe Unze Wasser in sich genommen haben würde; das Wasser betrug 8 Unzen an Menge; das Wasser und das Gefäß zusammen waren neuntehalb Unzen Wasser gleich, und da das Blut 8 Unzen an Menge betrug, so

erwähnten Naturforschern, die Wärme des Bleies und Zinnes, in ihrem metallischen Zustande, untersucht und bestimmt worden ist.

so steht die absolute Wärme des Bleies zu der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, 4. 5 zu 95. 5, und 8. 5 zu 8, oder sie verhält sich beinahe wie 1 zu 19. 9.

Beim 5ten Versuch war die mittlere Temperatur der Mischung nach Verlauf 1 Minute 65¾, und während einer Zeit von 5 Minuten ward sie beinahe ¼ Grad in der Minute kälter. Sezt man also, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme, ¼ Grad dazu, so hat man für die Temperatur der Mischung 66.

Der Kalk war 94 Grad abgekühlt, und das Wasser und das Gefäß zusammen waren 6 Grad erwärmt worden, folglich steht die absolute Wärme des Kalkes mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, 6 zu 94 und 8. 5 zu 8, oder sie verhält sich wie 1 zu 14. 7.

Es folgt also, daß die absolute Wärme des Bleikalks zu der des Bleies ist wie 19. 9 zu 14. 7.

Sechster Versuch.

Luft im Zimmer 58
Ein Viertelpfund Wasser 59 mischte ich mit
Einem Viertelpfund einer Zusammensezung, die aus gleichen Theilen Blei- und Zinnkalk bestand 159.
Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	65	69	67
2 —	63	67	65¼
3 —	64	66	65
4 —	66	65½	65¼
5 —	65	65¼	65⅛
6 —	65	65	65.

Die

Die mittlere Wärme der Mischung war nach Verlauf einer Minute 67, sie ward in einer Zeit von 6 Minuten 2 Grad kälter; sezt man also, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme, $\frac{1}{3}$ Grad darzu, so hat man für die wahre Temperatur der Mischung $67\frac{1}{3}$, oder beinahe 67. 3.

Der Kalk war 91. 7 erkältet, und das Wasser 8. 3 erwärmt worden. Die absolute Wärme des Kalks steht also mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, 8. 3 zu 91. 7 und 4. 5 zu 4, oder sie verhält sich wie 1 zu 9. 8.

Ich kann nicht umhin, hier die Anmerkung zu machen, daß sich diese Metalle vollkommner verkalken, wenn sie mit einander vermischt sind, als wenn jedes für sich kalcinirt wird.

Siebenter Versuch.

Luft im Zimmer 64
Ein halbes Pfund Wasser 63 mischte ich mit
Einem halben Pfund Spießglanzkönig 163.

Die Wärme der Mischung war nach Verlauf

1 Minute an der Oberfläche sowohl, als auf dem Boden des Gefäßes,			70
2	—	—	$68\frac{1}{2}$
3	—	—	68.

Achter Versuch.

Luft im Zimmer 61
Ein Viertelpfund Wasser $58\frac{1}{2}$ mischte ich mit
Einem Viertelpfunde Spießglanzkalk $158\frac{1}{2}$.

Die Wärme der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	$72\frac{1}{2}$	77	74
2 —	$71\frac{1}{2}$	$74\frac{1}{2}$	73
3 —	71	72	$71\frac{1}{2}$
4 —	$70\frac{3}{4}$	71	$70\frac{7}{8}$

Im 7ten Versuch war die Mischung $\frac{1}{2}$ Grad in einer Minute kälter geworden, die Wärme aber, welche das Wasser und das Gefäß angenommen hatten, war 7. 5 gewesen. Der Spießglanzkönig hatte eine Erkältung von 92. 5 erlitten, die Wärme dieses Königs steht also mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, 7. 5 zu 92. 5 und 8. 5 zu 8, oder sie verhält sich beinahe wie 1 zu 11. 6. — Im 8ten Versuch war die mittlere Temperatur der Mischung $74\frac{3}{4}$, sie wurde in 4 Minuten in dem Verhältniß kalt, daß auf 1 Minute beinahe 1 Grad kam; sezt man also, wegen der in der ersten Minute verloren gegangenen Wärme 1 Grad dazu, so hat man für die wahre Temperatur $75\frac{3}{4}$, und die absolute Wärme des Spießglanzkalkes steht daher mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß, $17\frac{1}{4}$ zu $82\frac{3}{4}$ und $8\frac{1}{2}$ zu 8, oder sie verhält sich beinahe wie 1 zu 4. 5, und die absolute Wärme des Spießglanzkalkes zu der des Spießglanzkönigs ist, wie 11. 6 zu 4. 5. — Durch ähnliche Versuche kann erwiesen werden, daß die Vitriolsäure mehr absolute Wärme enthält, als der Schwefel; man

kann also überhaupt folgern, daß die Körper weniger absolute Wärme enthalten, wenn sie mit Phlogiston vereinigt, als wenn sie davon getrennt sind, und daß, in dem erstern Fall, ihre Fähigkeiten, Wärme zu enthalten, vermindert und in dem leztern verstärkt werden.

Es folgt daher, daß, wenn man Phlogiston zu einem Körper hinzusezt, eine Menge absolute Wärme aus diesem Körper ausgetrieben, und, wenn man das Phlogiston wieder absondert, eine gleiche Menge Wärme eingeschluckt werde.

Der Spießglanzkalk zum Beispiel enthält beinahe 3mal mehr absolute Wärme, als der König; wenn also durch einen Zusaz von Phlogiston der Kalk wieder in seinen metallischen Zustand versezt wird, so wird er zwei Drittel seiner absoluten Wärme verlieren, und wenn im Gegentheil der König durch die Verkalkung seines Phlogistons beraubt wird, so wird der Kalk die Wärme, die er vorher verloren hatte, wieder erhalten.

Aus diesem Gesichtspunkt betrachtet scheint die Absonderung der Wärme von einem Körper, mittelst des Phlogistons, und die Wiedereinschluckung derselben, wenn das Phlogiston aufs neue davon getrennt wird, der Absonderung der Luft aus Erden und Laugensalzen, mittelst einer Säure, und der Wiedervereinigung dieser Substanzen mit diesem Element, wenn die Säure davon getrennt wird, ähnlich zu seyn. Wenn zum Beispiel die Vitriolsäure zu einem nicht äzenden Laugensalz gesezt wird, so wird die fixe Luft daraus entbunden werden, und unter der Gestalt eines elastischen Dunstes davon gehen; wenn Phlogiston zu einer metallischen Erde gesezt wird, so wird ein Theil der absoluten Wärme abgesondert werden und unter der Gestalt der empfind-

lichen

lichen Wärme davon gehen. Wird die Säure wieder von dem Laugensalz getrennt, so erlangt das leztere die Luft, die es verloren hatte, wieder, und wird das Phlogiston von der metallischen Erde entbunden, so saugt die Erde die Wärme, die sich vorher davon abgeschieden hatte, wieder ein. —

Wärme und Phlogiston scheinen also zwei einander entgegengesezte Stoffe in der Natur zu seyn. Durch die Wirkung der Wärme auf die Körper wird ihre Anziehungskraft, die sie gegen das Phlogiston äussern, vermindert, und durch die Wirkung des Phlogistons wird ein Theil der absoluten Wärme, welche als ein elementarischer Stoff in allen Körpern enthalten ist, aus denselben entbunden.

Auszug aus Wilhelm Morgan's Anmerkungen über diesen Abschnitt.

Der wichtige Grundsaz, auf welchen sich die Versuche des Herrn Crawford stüzen, ist folgender: — Gesezt, es würden gleiche Portionen von zwei ungleichartigen Körpern, von irgend einer Beschaffenheit, und von verschiedener Wärme mit einander vermischt; der Körper, welcher die meiste empfindliche Wärme besizt, wird dem kältern so viel davon mittheilen, daß beide eine gemeinschaftliche Temperatur erhalten. Nun hat man gesagt, daß, wenn man die Verschiedenheiten weiß, die zwischen der Wärme der Körper, ehe sie zu einander gebracht werden, und der gemeinschaftlichen Temperatur statt finden, so kann man daraus die comparativen Mengen der absoluten Wärme bestimmen, welche die Körper vorher enthielten, da sie noch von einander abgesondert waren; denn die Verschiedenheiten und die Mengen, von denen geredet worden ist, stehen immer mit einander in einem wechselseitigen Verhältniß.

Wenn zum Beispiel eine Pinte Wasser, das 100° Wärme hat, mit einer Pinte Quecksilber, dessen Wärme = 50° ist, vermischt wird, so wird, sagt man uns, die gemeinschaftliche Temperatur der ganzen Masse beinahe 80° seyn, das Wasser wird 20° seiner Wärme verloren, und das Quecksilber 30° angenommen haben. Hieraus ist gefolgert worden, daß sich die comparativen Quantitäten der absoluten Hitze in diesen Körpern verhalten wie 30 zu 20, das ist, eine Pinte Wasser besitzt in dem Verhältniß, wie 3 zu 2, mehr Wärme, als eine Pinte Quecksilber, und also wird, wie Herr Crawford weiter schließt, die nämliche Menge Feuer, die nur 2 Theile Wasser erfordert, um darinn enthalten zu seyn, in nicht weniger, als 3 Theilen, Quecksilber enthalten seyn können.

Wenn ich aber auch annehme, daß der Versuch so beschaffen sey, wie oben angegeben worden ist, so sehe ich doch gar keine Gründe, auf welche sich diese Folgerung stützt. — Wenn irgend eine besondere Substanz zu 2 von einander getrennten Körpern gesezt wird, und diese Substanz bringt in dem einen empfindbarere Wirkungen hervor, als in dem andern, so folgt doch wohl hieraus nicht, daß der Körper, bei welchem sich diese Wirkungen am stärksten äussern, die kleinste Menge von jener Substanz in seiner ursprünglichen Zusammensetzung enthielt. — Man setze, zum Beispiel, daß wir zwei Auflösungen von irgend einem Mittelsalz in Wasser hätten, daß wir, um zu erfahren, welche von diesen beiden Auflösungen am meisten gesättigt sey, gleiche Mengen von dem nämlichen Salz hinzuthäten, und daß in der einen Auflösung eine größere Menge Salz niedergeschlagen würde, oder in solchem Uiberfluß darinn befindlich wär, daß es nicht aufgelöst bleiben könnte,

indes

indes es in der andern gänzlich aufgelöst blieb; sollten wir uns wohl, unter diesen Umständen, für berechtigt halten, folgern zu können, daß die erstere Auflösung weniger Salz enthielt, als die leztere? Herrn Crawford's Schluß, in Hinsicht auf die Wärme, scheint mir von dieser Beschaffenheit zu seyn. — Könnten wir nicht, wenigstens dem Schein nach mit eben so viel Wahrheit, Folgen ziehen, die denen gerade entgegengesezt wären, die man bei diesem Schriftsteller findet? Gesezt man brächte eine gleiche Portion Feuer zu 2 von einander abgesonderten Körpern, die beide die nämliche empfindliche Wärme besäßen, und der eine würde heißer, als der andere; würde man nicht eben so natürlich folgern können, daß der erstere, gleich der Auflösung des Mittelsalzes, da er mehr brennbares Wesen (element of fire) in seiner Zusammensezung hat, am ersten gesättigt worden wär, und daß er folglich eine große Menge dieses Grundstoffs in Uiberfluß enthielt, die in empfindliche Wärme verwandelt worden wär, indes der leztere, da er eine geringere Menge dieses Stoffs in seiner Zusammensezung hat, eine größere Portion desselben eingesaugt hätte, welche, weil sie in absolute Wärme umgeändert worden ist, durch unsere Sinnen (der Hypothese des Herrn Crawford zufolge,) nicht hat unterschieden werden können? Hieraus sollte man wohl verleitet werden, das Gegentheil von dem zu folgern, was Herr Cr. angenommen hat, indem er sagt: „daß ein Körper desto mehr Feuer enthalte, je leichter er erwärmt werde, und umgekehrt". Indes, ob mir schon diese Folgerung unter beiden am wenigsten ungereimt zu seyn scheint, so bin ich doch sehr weit davon entfernt, sie für genugthuend zu halten, und ich kann in der That nicht einsehen, daß Versuche von dieser Art

weiter etwas beweisen sollten, als daß, wie Herr Franklin *) bemerkt, einige Körper bessere Leiter des Feuers sind, als andere, oder mehr oder weniger die Beschaffenheit haben, daß die Wärme, sie mag seyn, was sie will, auf sie wirken kann. — Der Grund des Erfolgs, daß einige Körper von andern in einer größern Proportion erwärmt werden, als diese selbst erkalten, kann seyn, daß sie eine solche Beschaffenheit haben, daß sie der Veränderung, die wir Wärme nennen, mehr oder minder leicht ausgesetzt sind, und folglich beweist diese Thatsache keine besondere Theorie von der Wärme. Ich will mich deshalb nicht länger bei diesem Gegenstande aufhalten, sondern zu den Versuchen selbst übergehen und untersuchen, ob sie mit Genauigkeit angestellt worden sind; und ob sie irgend eine Hypothese begünstigen.

*) Da ich, sagt Herr Franklin (Philosophical Works, p. 551. nach der 5ten Ausgabe,) das gemeine Feuer sowohl, als das elektrische, für eine Flüssigkeit ansehe, die geschikt ist, andere Körper zu durchdringen, und die sich bestrebt, ins Gleichgewicht zu kommen, so bilde ich mir ein, daß einige Körper von Natur fähiger sind, Leiter jener Flüssigkeit zu seyn, als andere. — Wenn, zum Beispiel, ein Körper, der ein guter Leiter des Feuers ist, dasselbe leicht in seine Substanz aufnimmt, und es durch die ganze Masse zu allen Theilen leitet, wie dies von den Metallen und den Wassern gilt, und wenn 2 Körper, die beide gute Leiter sind, deren einer den andern in seinem gewöhnlichen Zustande erwärmt, mit einander in Berührung gebracht werden, so theilt der Körper, der das meiste Feuer enthält, dasselbe dem, der am wenigsten davon besitzt, leicht mit, und dieser leztere nimmt es leicht auf, bis ein Gleichgewicht hervorgebracht worden ist.

Zu den meisten Versuchen, die Herr Cr. anführt, ist Wasser angewendet worden. Die absolute Wärme dieser Flüssigkeit hat der Verfasser zum Maaßstab angenommen, vermittelst dessen er gemeiniglich die Wärme anderer Körper bestimmt hat; er mischte nämlich das Wasser mit irgend einer andern Substanz, die eine von jener Flüssigkeit verschiedene Temperatur hatte, und bemerkte dann, nach Verlauf einer gegebenen Zeit, die Veränderungen, die in den empfindlichen Wärmen derselben hervorgebracht wurden, weil er, wie ich bereits gesagt habe, voraussetzte, daß diese Veränderungen mit den Mengen der absoluten Wärme der Körper in einem wechselsweisen Verhältniß stünden. — Es ist augenscheinlich, daß, wenn man die Mischung in einem kalten Gefäß anstellt, ein Theil der Wärme demselben von dem wärmern Körper mitgetheilt werden wird, daß aber im Gegentheil, wenn man ein warmes Gefäß zum Versuch nimmt, die kalte Substanz nicht nur von dem wärmern Körper, womit sie in Vereinigung kommt, sondern auch von dem Gefäß, worinn die Mischung enthalten ist, erwärmt werden wird. Um also diese Ursache zu entfernen, die zu Unrichtigkeiten bei Bestimmung der Menge Wärme, die während des Versuchs durchs Gefäß hinweggenommen, oder durch dasselbe mitgetheilt worden ist, veranlassen könnte, hat Herr Crawford nicht nur die Wärme der Mischung, sondern auch die Temperatur der Luft in der Stube, und die Wärme des Gefäßes genau untersucht, und bei der Berechnung selbst auf die Wärme des Gefäßes Rüksicht genommen *), u. s. w. Ich will sein Verfahren hier nicht weitläuf-

*) S. oben S. 183.

läuftig wiederholen, sondern nur einige Anmerkungen über dasselbe machen. Er behauptet, daß, wenn man bei irgend einem Versuch beobachtet, daß das Gefäß von einem Pfund Wasser 12⅕ Grad Wärme angenommen hat, man überzeugt seyn könne, daß durch die Trennung dieser Wärme das Wasser um einen Grad abgekühlt worden ist. Allein wenn diese Regel vollkommen gegründet wär, so würden sich in allen Fällen ähnliche Resultate ergeben, das ist, wenn die empfindliche Hitze des Zimmers, des Gefäßes, oder des Wassers noch so sehr verändert würde, so würden wir dennoch finden, daß die Fähigkeiten des Wassers und des Gefäßes, die Wärme zu behalten, genau in dem nämlichen Verhältniß zu einander stünden. — Ich habe in der Absicht, dieß zu bestimmen, viel und verschiedene Versuche angestellt, aber die Erfolge derselben sind immer so verschieden ausgefallen, daß ich überzeugt bin, daß man sich auf die Schlüsse, die sich auf solche Versuche stützen, nicht verlassen kann. Die folgenden Beispiele, die ich von vielen gewählt habe, werden, glaub ich, hinreichend seyn, meinen Lesern einen Begriff von der Richtigkeit der Regel des Herrn Cr. zu machen.

Erster Versuch.

Da die Luft im Zimmer = 61 war, goß ich
Ein halbes Pfund Wasser = 185 in ein irdenes
Gefäß = 60.

Die Temperatur war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
der ersten Minute	169½	166½	168
— zweiten —	162	160	161
— dritten —	156	155	155½.

Wenn

Wenn wir auf die nämliche Art, deren sich Herr Crawford bedient hat, die Wärme bestimmen wollen, die in der ersten Minute verloren gegangen ist, so wird das Resultat dieses seyn: 94. 5 verhält sich zu 100 wie 107 zu 113. 2. Sezt man also 6. 2 zu 168, so bekommt man für die Temperatur des Wassers und des Gefäßes 174. 2. Hieraus kann man leicht sehen, daß die Fähigkeiten des Gefäßes und des Wassers, die Wärme zu behalten, zu einander in dem Verhältniß stehen, wie 1 zu $10\frac{1}{2}$ *).

Zweiter

*) Die Versuche, von welchen ich hier meinen Lesern Nachricht gebe, sind gemeiniglich 2 mal, einige aber auch noch öfter wiederholt worden. — Wenn 2 oder mehr Wärmemesser bei einem und dem nämlichen Versuch angewendet wurden, so war ich sorgfältig darauf bedacht, solche zu wählen, deren Skalen in Ansehung der Entfernung eines Grades vom andern, vollkommen mit einander übereinstimmten. Es ist sehr schwer, eine Röhre zu finden, die einen so vollkommnen Zylinder darstellte, daß die Ausdehnungen des Quecksilbers mittelst einer Leiter von gleichen Graden richtig bestimmt werden könnten. Dieser Umstand muß Ursach seyn, daß Versuche von dieser Art nicht ganz genau sind, doch kann auch hieran noch eine andere Ursache Theil haben, die daher entspringt, daß die Kugeln in Ansehung ihrer Größe von einander abweichen, und die vorzüglich dann einen Einfluß hat, wenn die Körper sehr geschwind erkalten. Um diese Schwierigkeiten zu heben, sezte ich 2 Wärmemesser in einem und dem nämlichen Augenblik in ein Gefäß mit warmen Wasser, und bemerkte an beiden, mittelst eines andern sehr guten Thermometers, das eben so gestellt wurde, immer nach 4 oder 5 Graden die Gegend, wo das Quekfilber beim Fallen stand; so daß ich also, nach wiederholten Versuchen in Gefäßen, worinn das Wasser verschiedentlich erkaltete, solche Skalen erhielt, die mit einander vollkommen übereinstimmten. — Diese Beschäftigung ist zwar wirklich sehr mühsam, allein bei Versuchen, die nur

dann

Zweiter Versuch.

Da die Luft im Zimmer = 61 war, goß ich
Ein halbes Pfund Wasser = 154 in das nämliche Gefäß = 61.

Die Temperatur des Wassers war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
der ersten Minute	144	142	143
— zweiten —	140½	139	139¾
— dritten —	137	136	136½.

Also haben wir dieses Resultat: 75. 5 zu 78. 75 ist wie 82 zu 85. 5, und folglich ist das Verhältniß in diesem Fall wie 1 zu 11. 4.

Dritter Versuch.

Luft in der Stube = 62
Ein halbes Pfund Wasser = 106 goß ich in das nämliche Gefäß = 63.

Die Temperatur des Wassers war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
der ersten Minute	102½	101½	102
— zweiten —	101	100	100½
— dritten —	99¾	99¼	99½

Folglich ist 37. 5 zu 38. 5 wie 40 zu 41. 06. Hieraus wird man das Verhältniß der Fähigkeit des Gefäßes, die Hitze zu behalten, zu der des Wassers wie 1 zu 13. 6 finden.

Aus

dann einen Werth haben, wenn sie mit Genauigkeit und Sorgfalt angestellt worden sind, darf man sich schlechterdings keine Mühe verdrießen lassen.

Aus diesen Versuchen kann man abnehmen, daß die Fähigkeit eines und desselben Gefäßes, die Wärme zu behalten, wenn man sie mit der des Wassers vergleicht, in einigen Fällen $\frac{1}{3}$ größer ist, als in andern. — Eine ähnliche Ungewißheit findet bei den Resultaten der Versuche statt, die mit andern Körpern auf die nämliche Art angestellt werden. Ich will hiervon ein Beispiel anführen. Herr Cr. hat sich zu einem seiner ersten Versuche des Habers bedient, ich habe deshalb eben diese Getreideart gewählt.

Vierter Versuch.

Luft im Zimmer = 65
Drei Viertelpfund Haber = 71 mischte ich mit
Einer gleichen Menge Wasser = 116.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
der ersten Minute	101	100	$100\frac{1}{2}$
— zweiten —	99	98	$98\frac{1}{2}$
— dritten —	98	$96\frac{1}{2}$	$97\frac{1}{4}$

Hieraus ergiebt sich dieses Verhältniß: 32. 25 zu 33. 5 wie 35. 5 zu 36. 9, und folglich war die durch die Luft in der ersten Minute hinweggenommene Wärme 1. 4; sezt man dies zu 100. 5, so bekommt man für die wahre Temperatur der Mischung 101. 9. Die Fähigkeit des Gefäßes, Wärme zu behalten, zu der des Wassers stand, der Regel des Herrn Cr. zufolge, in dem Verhältniß 1 zu 8, und da bei diesem Versuch das Gefäß von 71. auf 100.5

gestiegen war *), so giebt die Differenz (oder 29. 5), durch 8 dividirt, für die Wärme, welche mittelst des Gefäßes vom Wasser getrennt worden war, 3. 7. — Zieht man 101 (die wahre Temperatur der Mischung) von 116, und wiederum 3. 7 vom Uiberrest ab, so hat man für die Zahl von Graden, welche die Abkühlung des Wassers durch den Haber allein betragen hat, 10. 4 **). Und weil der Haber von 71 auf 101. 9 oder 30. 9 Gr. gestiegen war, so folgt, daß die nämliche Quantität Wärme, welche die Temperatur des Wassers 10. 4 verändern wird, die des Habers 30. 9 ändern werde; deshalb verhält sich die absolute Wärme des Wassers zu der des Habers, wie 30. 9 zu 10. 4 oder beinahe wie 2. 9 zu 1.

Fünfter

*) Bei Anstellung dieses Versuchs hab' ich das Crawfordsche Verfahren genau nachgeahmt, allein ich kann keinen rechten Grund sehen, warum man die Wärme des Gefäßes von der Temperatur der Mischung nach Verlauf der ersten Minute, und nicht vielmehr von der vierten Proportionalzahl abziehen soll, welche, wie angenommen worden ist, die wahre Temperatur der Mischung, zu Anfang der ersten Minute, giebt.

**) Es erhellt nicht, daß der Haber bei diesem Versuch wirklich bis zu dem Grad, den Herr Cr. angenommen hat, erwärmt worden ist. — Der Wärmemesser könnte wohl blos verschiedene Minuten hindurch die vereinigten Wirkungen der warmen Theilgen des Wassers und der kältern des Habers, die mit jenen in Berührung stehen, zu erkennen geben, und es scheint deshalb, als ob hier Herrn Newton's Regel uneigentlich angewendet worden sey; denn die nach der ersten Minute hinweggegangene Wärme kann nicht durch die Luft allein weggenommen worden seyn, sondern durch die Luft und die kalte Substanz gemeinschaftlich. —

Fünfter Versuch.

Wärme der Luft in der Stube = 67
Drei Viertelpfund Haber = 70 mischte ich mit
Einer gleichen Menge Wasser = 164.

Die Temperatur war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	$131\frac{1}{2}$	125	$128\frac{1}{4}$
2 —	$127\frac{1}{2}$	$123\frac{1}{2}$	$125\frac{1}{2}$
3 —	$125\frac{1}{2}$	$122\frac{1}{2}$	124.

Hieraus kann man also abnehmen, (wenn man auf die nämliche Art, wie beim vorhergehenden Versuch, verfährt,) daß sich die absolute Wärme des Wassers zu der des Habers verhält, wie $2\frac{1}{4}$ zu 1 *).

Hier wird man abermals beobachten, daß das Verhältniß bei dem einen Versuch beinahe ein Drittel größer ist, als bei dem andern. Aber solche Unrichtigkeiten finden nicht nur statt, wenn man die Crawfordschen Experimente auf diese Art anstellt; denn auch alsdann, wenn man, anstatt des Wassers, den festen Körper erwärmt, (wie Herr Cr. einigemal gethan hat,) wird man finden, daß die Resultate eben so ungewiß sind, und daß die Versuche, wenn sie auf diese Art angestellt werden, nicht nur von denen, die auf eine entgegengesezte Weise gemacht worden sind, sondern auch, so wie die 5 vorhergehenden, von einander selbst abweichen. Ich könnte verschiedene Beispiele von dieser Art anführen; denn der Haber, die Gerste, die Metalle, die metallischen Kalke, kurz alle Substanzen, mit denen ich Ver-

*) Das Verhältniß, beim Versuche des Herrn Crawford mit dem Haber, der fast auf die nämliche Art gemacht worden war, ist, wie $2\frac{1}{2}$ zu 1.

Versuche angestellt habe, bestätigen diese Thatsache; allein ich möchte nicht gern weitläuftig seyn, und aus dieser Ursache will ich nur einige mit Quecksilber unternommene Versuche erzählen, die zu meiner Absicht hinreichen werden.

Sechster Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 58

Anderthalb Pfund Quecksilber = 61 mischte ich mit

Einer gleichen Menge Wasser = 159.

Die Wärme der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	145	143 $\frac{1}{2}$	144 $\frac{1}{4}$
2 —	142 $\frac{1}{2}$	140 $\frac{1}{2}$	14[illegible] $\frac{1}{2}$
3 —	140 $\frac{1}{2}$	138	139 $\frac{1}{2}$

Die Fähigkeit des Gefäßes, worinn die Mischung gemacht worden war, verhielt sich zu der des Wassers wie 1 zu 11 $\frac{1}{2}$; hieraus ergiebt sich, wenn man auf die bei Beschreibung des vierten Versuchs erwähnte Art zu Werke geht, daß sich die absoluten Wärmen des Quecksilbers und des Wassers zu einander verhalten, wie 1 zu 15. 9.

Siebenter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 58

Anderthalb Pfund Quecksilber = 58 mischte ich, in dem nämlichen Gefäß, dessen ich mich zu dem vorhergehenden Versuch bedient hatte, mit

Einer gleichen Menge Wasser = 113 $\frac{1}{2}$.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	107½	106½	107
2 —	106¾	105¼	106
3 —	106	104½	105¼.

Die absolute Wärme des Quecksilbers verhält sich also zu der des Wassers, wie 1 zu 34. 6.

Achter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 61

Anderthalb Pfund Quecksilber = 181 mischte ich mit Einer gleichen Menge Wasser = 65.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf der ersten und zweiten Minute 68¼.

Das Quecksilber war also 112° abgekühlt und das Wasser 3½° erwärmt worden. Da aber die Fähigkeit des Gefäßes, die Wärme zu behalten, mit der des Wassers in dem Verhältniß, wie 1 zu 11½ steht, so folgt nach Herrn Crawford, daß die vom Gefäß eingeschlukte Wärme 1½ Unzen Wasser gleich war. Da also das Quecksilber 18 Unzen Wasser*) zugleich mit dem Gefäß, das anderthalb Unzen Wasser gleich war, 3¼° erwärmte, so würde es 19 und eine halbe Unze 3¼° wärmer gemacht haben; folglich steht die absolute Wärme des Quecksilbers mit der des Wassers in dem zusammengesezten Verhältniß 3¼ zu 112¾ und 19½ zu 18, oder sie verhält sich wie 1 zu 32, 8.

Neunter

*) Ich bemerke hier, daß ich bei allen diesen Versuchen nach Troisgewicht gerechnet habe.

Neunter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 61
Anderthalb Pfund Quecksilber = 115 mischte ich mit
Einer gleichen Menge Wasser = 60.
Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf der ersten und zweiten Minute, sowohl auf der Oberfläche, als am Boden, $62\frac{1}{4}°$.

Hieraus ergiebt sich, daß die absolute Wärme des Quecksilbers mit der des Wassers in dem Verhältniß 1 zu 21. 6 steht.

Die Resultate dieser Versuche sind so auffallend, daß es nicht nothwendig ist, Erläuterungen darüber zu machen. Indes kann ich doch diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne zu bemerken, daß uns Herr Cr. eine dritte Regel, nach welcher die Wärme der Körper bestimmt werden kann, mitgetheilt hat, durch welche er in den Stand gesezt worden ist, sich von der unglaublichen Wärme der Luft, die wir athmen, zu vergewissern, und aus welcher er den Grund einer seiner vorzüglichsten Entdeckungen herleitet. Diese Regel, die, nach Herrn Cr. eine Entdeckung des Herrn D. Irvine zu Glasgow seyn soll, ist folgende: Die comparativen Quantitäten der absoluten Wärme in zwei Körpern verhalten sich wechselsweise wie die Veränderungen, die in den empfindlichen Wärmen derselben hervorgebracht werden, durch die Quantitäten der Materie, die sie enthalten, multiplicirt. Wenn zum Beispiel gleiche Größen Wasser und Quecksilber bei verschiedenen Temperaturen mit einander gemischt werden, so werden, (wie ich bereits bemerkt habe,) die in ihren empfindlichen Wärmen hervorgebrachten Veränderungen sich verhalten wie 3 zu 2, das ist, wenn eine Pinte Queck-

silber, dessen Wärme 50° ist, mit einer Pinte Wasser, das eine Wärme von 100° hat, vermischt wird, so wird die erstere Flüssigkeit 30° erwärmt, und die leztere nur 20° erkältet werden. Da aber die specifische Schwere einer Pinte Quecksilber 14mal größer ist, als die Schwere einer gleichen Größe Wasser, so folgt, nach dieser Regel, daß sich die absoluten Wärmen des Quecksilbers und des Wassers wechselsweise wie 3 × 14 zu 2 oder geradezu wie 1 zu 21 verhalten. Hier finden wir wieder eine neue Proportion zwischen den Wärmen dieser zwei Körper, ist es aber wohl möglich, daß die Wahrheit dieses Versuchs bestritten werden könnte, wenn nicht die allgemeine Regel unrichtig ist. — Dies wird aber, glaub' ich, Herr Cr. schwerlich eingestehen, da er einen großen Theil seines Systems auf dieselbe gebauet hat. — Herr Kirwan, der, wie es scheint, die Theorie des Herrn Cr. völlig angenommen hat, sagt, daß sich die Wärme des Quecksilbers zu der des Wassers beinahe wie 1 zu 30 verhalte *). Ich sehe aber nicht ein, wie irgend etwas zu Gunsten solcher einander entgegengesezten Behauptungen angewendet werden kann; es scheint absolut nothwendig zu seyn, daß die comparativen Quantitäten der Wärme in den Körpern immer die nämlichen seyn sollten, wenn auch der Versuch auf mehrere von einander verschiedene Arten angestellt würde, bevor man aber dies nicht bewerkstelligen kann, wird man, glaub' ich, mit mir darinn übereinkommen, daß die Wahrheit des Systems des Herrn Cr. nichts weniger als erwiesen ist.

Ausser der Verschiedenheit, in Ansehung der Resultate der Crawfordischen Versuche, giebt es auch noch

*) S. oben S. 187.

noch Unrichtigkeiten in den Versuchen selbst, die betrachtet zu werden verdienen. Die Anwendung der Regel des Newton, um die in der ersten Minute verloren gegangene Wärme zu bestimmen, ist in einigen Fällen sehr fehlerhaft. Denn wenn diese Regel richtig wär, so würde die Wärme der Mischung, wie sie für die erste Minute bei den Versuchen des Herrn Cr. angenommen ist, immer die vierte Proportionalzahl zu der für die vierte, dritte und zweite Minute angenommenen Wärme seyn. Wir haben aber nur wenig Versuche, bei denen die Grade der Wärme während einer Zeit von 4 Minuten angegeben, und die oben erwähnte Regel zu einer und der nämlichen Zeit angewendet worden ist; demungeachtet ist bei den meisten derselben die dabei vorgefallene Unrichtigkeit sehr, bei einigen aber in einem mindern Grade sichtbar. Wenn z. B. in dem zweiten Versuch, die Wärme nach Verlauf der ersten Minute, wie die vierte Proportionalzahl zur Wärme in den 3 folgenden Minuten angenommen worden wär, so würde sie $126\frac{1}{3}$ gewesen seyn, oder $1\frac{1}{3}$ mehr, als die wahre Wärme, betragen haben, und in dem dritten Versuch *) würde sie nur 115°, oder 1° weniger, als die wahre Wärme, gewesen seyn. Es ist also einleuchtend, daß man sich auf diese Regel nicht in allen Fällen verlassen kann, und daß man, wenn man sich derselben bei Versuchen von dieser Art, die die größte Genauigkeit erfordern, ohne Unterschied bedient, oft zu sehr beträchtlichen Irthümern verleitet werden wird.

Eine

*) S. 188.

Eine andere Ursache, die zu Unrichtigkeiten bei den Versuchen des Herrn Cr. Gelegenheit gegeben hat, entspringt aus dem Verfahren, dessen er sich in der Absicht bedient hat, um sich von der Wärme der Mischung am Boden des Gefäßes zu überzeugen. Wenn wir diejenigen Versuche, bei welchen die erwärmten metallischen Kalke mit kaltem Wasser vermischt wurden, betrachten, so werden wir finden, daß die Mischung immer am Boden des Gefäßes heißer, als am obern Theile desselben, war. Nun ist es aber sehr bekannt, daß warmes Wasser an der Oberfläche immer am heissesten ist, alle Wärme folglich, die es von dem Kalk annimmt, wird sich in der größten Proportion nach der Oberfläche der Mischung begeben. Indes bemerken wir bei den Versuchen des Herrn Cr. sehr oft diesen vollkommen entgegengesetzte Erfolge, wir haben aber eben nicht Ursach, uns hierüber zu wundern; denn wir brauchen nur die Art, auf welche er die Wärme am Boden bestimmt, zu betrachten. — Es ist eine schon lange beobachtete Thatsache, daß die metallischen Kalke schlechte Leiter des Feuers sind, und daß folglich, wenn sie im erwärmten Zustande mit einer kalten Flüssigkeit vermischt werden, ein beträchtlicher Zeitraum nöthig ist, um ihre Wärme dieser Flüssigkeit mitzutheilen. Der Grund also, dessentwegen die Mischung bei allen mit metallischen Kalken angestellten Versuchen des Herrn Cr. auf dem Boden am wärmsten war, ist sehr leicht zu begreifen. Denn bei Einsenkung des Wärmemessers in die Mitte des Kalkes läßt sich nicht erwarten, daß das Werkzeug die dem Wasser mitgetheilte Wärme, anzeigen werde, sondern es giebt vielmehr die Wärme die der Kalk noch besitzt, zu erkennen; es ist einleuchtend, daß die wahre zum Wasser hinzugekommene Wärme nur an der Oberfläche,

fläche, oder wenigstens da, wo der Kalk mit der Kugel des Thermometers nicht in Berührung steht, entdeckt werden kann. Einen sehr starken Beweis dieser Behauptung liefern uns die mit unveränderten Metallen angestellten Versuche des Herrn Cr. denn in diesen Fällen ist der erwärmte Körper von festerer Beschaffenheit und weniger mit dem Thermometer in Berührung und daher hat auch das Wasser überall die nämliche Wärme. Ja selbst bei den mit metallischen Kalken angestellten Versuchen wird das Wasser durchaus gleich warm, und, in einigen Fällen, an der Oberfläche wärmer, als am Boden, seyn, wenn man den Wärmemesser nicht unmittelbar an den Kalk, sondern nur, mittelst eines Durchschlags, in einer kleinen Entfernung davon, in das Wasser hält. Man wird vielleicht den Einwurf machen, daß das Wasser unter diesen Umständen, wenn es durch einen Durchschlag vom Kalk getrennt ist, nicht im Stande ist, Wärme vom Kalk einzuschlucken; allein diese Einwendung hat keinen Grund; denn wenn man auch den Durchschlag so macht, daß man ihn bequem durch jeden Theil der Mischung zugleich mit dem Thermometer bewegen kann, und daß er frischen Wassertheilgen den Durchgang ununterbrochen verstattet, so wird doch der Erfolg immer der nämliche seyn. Doch es ist kaum nöthig, daß ich wegen dieser Sache noch mehrere Beweise anführe. Wenn wir Herrn Cr. Versuche sorgfältig prüfen, so werden, wir, meiner Uiberzeugung nach, Gründe genug finden, die uns veranlassen, nicht nur die Methode, deren er sich bei Anstellung derselben bedient hat, für unbequem zu halten, sondern auch selbst an der richtigen und genauen Befolgung derselben zu zweifeln.

Denn

Denn man sieht, daß sich bei einigen Versuchen die Wärme am Boden des Gefäßes verschiedene Minuten hinter einander vermehrte, indes sie an der Oberfläche abnahm, daß aber bei andern, die mit gleichen Körpern und unter den nämlichen Umständen angestellt wurden, just das Gegentheil statt fand *). — Ja bei einem Versuche nahm Anfangs die Wärme an der Oberfläche 2 Minuten lang ab, dann vermehrte sie sich eine gleich lange Zeit hindurch, hierauf nahm sie wieder eine Minute lang ab, und endlich blieb sie sich gleich **). — Es ist eben nicht schwer, die Ursache dieser ganz verschiedenen Erfolge ausfündig zu machen. Alles kommt darauf an, daß man den Wärmemesser, nachdem beide Körper genau mit einander vermischt worden sind, fest halte; wenn man dies beobachtet, so erkaltet die Mischung überall gleichförmig, wenn man aber den Wärmemesser bewegt, oder die Mischung auf eine andere Art schüttelt, so wird eine neue Fläche des erwärmten Körpers dem Wasser ausgesetzt, und so die gleichförmige Verbreitung der Hitze in Unordnung gebracht.

Die Methode, bei allen Mischungen die Mittelzahl zwischen der Wärme an der Oberfläche und der am Boden des Gefäßes ohne Unterschied zu nehmen, ist eine andere Quelle von Irthümern. Die Portionen Wasser, zum Beispiel, die in Berührung mit einer großen vegetabilischen Masse, und mit dem festen

*) Man vergleiche den zweiten und den vierten Versuch (S. 187 und 189) mit dem dritten (S. 188), ferner den zweiten und fünften mit dem dritten und achten (2ter Satz).

**) Man sehe Vers. 6. Satz 1.

festen Kalk eines Metalls kommen, sind in den mit diesen Körpern angestellten Versuchen so verschieden, und die Wärme wird folglich auf eine so unterschiedene Art durch die Mischung ausgebreitet, daß Herrn Cr. Mittelzahl in keinem Fall den wirklichen Grad der Wärme angeben wird, den das Wasser angenommen oder mitgetheilt hat. Ja wenn sogar warmes Wasser, ohne irgend eine andere hinzugesetzte Substanz in ein kaltes Gefäß gegossen wird, so werden wir in der Mitte die Wärme nie einer solchen Mittelzahl gleich, sondern immer größer finden. — Noch viel andere Erfahrungen, die diese Regel einzuschränken im Stande wären, könnte ich zu den bereits angeführten hinzusetzen, und noch manche Einwendung könnte ich wider die Versuche des Herrn Crawford überhaupt machen, wenn ich weitläuftiger seyn wollte; da ich aber gewiß überzeugt bin, daß meine Leser meinem Urtheil, das ich oben über die Folgerungen gefällt habe, die aus diesen Versuchen hergeleitet worden sind, beipflichten werden; so will ich ihnen durch weitere Ausführung dieses Gegenstandes nicht beschwerlich seyn. —)

Dritter Abschnitt.

Aus den Thatsachen, die durch die oben erzählten Versuche erwiesen und bestätigt werden, kann man die thierische Wärme und die Wärme, die durch die Entzündung verbrennlicher Körper hervorgebracht wird, auf folgende Art erklären.

I. Von der thierischen Wärme.

Es ist erwiesen worden, daß die Luft, welche aus den Lungen der Thiere ausgeathmet wird, weniger

niger absolute Wärme enthält, als die, welche man einathmet; ferner, daß bei dem Proceß des Athemholens atmosphärische Luft in fixe verwandelt wird, und daß sich die absolute Wärme der erstern zu der der leztern verhält wie 67 zu 1.

Da nun, der Erfahrung zufolge, die bei dem Athmen ausgehauchte fixe Luft nur ein sieben und sechzig Theil der Wärme, die in der atmosphärischen Luft vor dem Athmen befindlich war, enthält, so ergiebt sich, daß die leztere nothwendiger Weise eine große Menge ihrer absoluten Wärme in den Lungen abgesezt haben muß. — Die absolute Wärme des flüssigen Schlagaderbluts verhält sich, wie ich ebenfalls oben angezeigt habe, zu der des venösen Bluts wie $11\frac{1}{2}$ zu 10; da nun das Blut, welches durch die Lungenblutader zu dem Herze zurückgekehrt ist, seine absolute Wärme an Menge vermehrt hat, so ist es augenscheinlich, daß es diese Wärme bei seinem Durchgange durch die Lungen angenommen hat. Man kann also den Schluß machen, daß, bei dem Proceß des Athemholens, eine Menge absolute Wärme aus der Luft abgesondert, und vom Blut eingesaugt wird.

Daß von der Luft bei dem Athmen Wärme abgesondert werde, bestätigt auch der 10te Versuch (1 Satz); denn aus diesem, verglichen mit Herrn D. Priestley's Entdeckungen, erhellt deutlich, daß das Vermögen irgend einer Luftart, das thierische Leben zu unterhalten, fast mit der Menge von absoluter Wärme, welche sie enthält, in Proportion steht, und daß es folglich der Menge, welche sie in den Lungen abzusetzen vermag, angemessen ist.

Die

Die Wahrheit dieser Folgerung wird vielleicht durch folgende Berechnung in einem helleren Lichte erscheinen: denn mittelst dieser können wir uns einigen Begriff von der Quantität Wärme machen, die sich aus der atmosphärischen Luft entbindet, wenn sie in fixe verwandelt wird, und folglich auch zugleich von der Wärme, welche während der Verwandlung des venösen Bluts in arteriöses eingeschluckt wird.

Wir haben gesehen, daß die nämliche Wärme, welche die atmosphärische Luft um 1 Grad heißer macht, die fixe fast 67 Grad erwärmen werde, und daß folglich die nämliche Wärme, welche die atmosphärische Luft um eine gegebne Anzahl von Graden erhitzt, die fixe Luft um die nämliche Zahl von Graden, mit 67 multiplicirt, wärmer machen werde. Bei dem zu St. Petersburg angestellten Versuche war die Wärme 200 Grad unter die gewöhnliche Temperatur der Atmosphäre vermindert worden, wir sind daher gewiß, daß die atmosphärische Luft, bei gewöhnlicher Temperatur der Atmosphäre, wenigstens 200 Grad Wärme enthält. Wenn also eine gewisse Menge atmosphärische Luft, ohne daß sie in Berührung mit irgend einem Körper wär, der die Wärme unmittelbar davon wegnehmen könnte, plözlich in fixe Luft verwandelt werden würde, so würde die Wärme, die in der erstern enthalten war, die leztere 200 Grad, mit 67 multiplicirt, oder 13400 Grad heißer machen. Und da die Wärme des rothglühenden Eisens 1050 ist, so folgt, daß die Menge Wärme, welche aus der atmosphärischen Luft entwickelt wird, wenn sie in fixes Gas verwandelt wird, so groß ist (wenn sie nicht zerstreuet wär,) daß sie die so veränderte Luft mehr als 12 mal wärmer

mer machen würde, als die Hitze des rothglühenden Eisens ist.

Wenn also die absolute Wärme, welche aus der Luft bei dem Athemholen entbunden wird, nicht vom Blut eingeschluckt würde, so würde ein großer Grad von empfindlicher Wärme in den Lungen hervorgebracht werden.

Es ist ferner bewiesen worden, daß die nämliche Wärme, welche das venöse Blut 115 Grad erhitzt, das arteriöse nur 100 Grad wärmer machen werde, und daß folglich die nämliche Wärme, durch welche das venöse Blut um eine gegebene Zahl von Graden erhitzt wird, das arteriöse um eine kleinere Zahl, in dem Verhältniß wie 100 zu 115, oder 20 zu 23, erwärmt. Nun wissen wir aber, daß das venöse Blut wenigstens 230 Grad Wärme enthält; wenn also eine gewisse Quantität venöses Blut, ohne daß es mit irgend einem Körper in Berührung wär, der demselben unmittelbar Wärme mittheilen könnte, plötzlich in arteriöses verwandelt würde, so würde die in dem erstern enthaltene Wärme das leztere nur $\frac{20}{23}$ von 230 Graden oder 200 Grad wärmer machen; folglich würde die empfindliche Wärme eine Verminderung erleiden, die der Differenz zwischen 230 und 200, oder 30 Graden gleich wär. Nun aber ist die gewöhnliche Temperatur des Blutes 96, wenn also venöses Blut in den Lungen in arteriöses verwandelt wird, so würde, wenn es nicht durch die Luft mit einer Menge Wärme versehen würde, die der Veränderung, die es erleidet, angemessen ist, die empfindliche Wärme desselben 30 Grad abnehmen, oder sie würde sich von 96 auf 66 vermindern. Daß bei dem Athemholen eine Quantität Wärme aus der Luft abgeschieden, und

mit

mit dem Blut vereinigt wird, erhellt ebenfalls aus den Versuchen, die zum Beweise des dritten Satzes angestellt worden sind. Es ergiebt sich daraus, daß, wenn Körper mit brennbarem Wesen verbunden werden, sie einen Theil ihrer absoluten Wärme verlieren, und wenn das Phlogiston von neuem daraus entwickelt wird, sie eine gleiche Quantität Wärme von den umgebenden Körpern wieder verschlucken.

Nun ist vom Herrn D. Priestley bewiesen worden, daß beim Athemholen Phlogiston von dem Blute abgeschieden, und mit der Luft verbunden wird. Es muß also, während dieses Processes, durch die Wirkung des Phlogistons nothwendig eine Quantität absoluter Wärme aus der Luft entbunden werden, und in eben dem Augenblicke, da das Blut sein Phlogiston in die Luft absezt, bleibt demselben die Freiheit übrig, sich mit der aus der Luft abgesezten Wärme zu vereinigen.

Es erhellt hieraus, daß die thierische Wärme von einem der chemischen Wahlverwandschaft ähnlichen Proceß abzuhängen scheint. Die in die Lungen aufgenommene Luft enthält eine Quantität absoluter Wärme, das Blut, das aus den Extremitäten des Körpers dahin zurückkehrt, ist sehr mit Phlogiston angeschwängert und dies wird stärker von der Luft, als vom Blute, angezogen. Dieser Grundstoff wird also das Blut verlassen, um sich mit der Luft zu verbinden; diese wird durch den Zusatz des Phlogistons genöthigt, einen Theil ihrer absoluten Wärme abzusetzen, und da die Fähigkeit des Blutes, sie aufzunehmen, in dem nämlichen Augenblick, durch die Abscheidung des Phlogistons, größer geworden ist, so wird der Antheil der Wärme, der aus der Luft abgeschieden worden ist, sich sogleich mit diesem Blute verbinden.

Wir

Wir wissen aus den Versuchen des Herrn Priestley, die sich auf das Athemholen beziehen, daß das Schlagaderblut eine starke Anziehung zum Phlogiston hat; es wird also diesen Stoff bei dem Kreislauf aus den Theilen, welche ihn am schwächsten zurückhalten, oder aus den faulenden Theilen des Systems einsaugen. Daher ist das venöse Blut, wenn es zu den Lungen zurückkehrt, mit Phlogiston sehr angeschwängert, wodurch seine Fähigkeit, die Wärme zurückzuhalten, vermindert wird. Es verliert demnach das durch das Athemholen dephlogistisirte Blut, nach Verhältniß, daß es beim Kreislauf von neuem mit Phlogiston vereinigt wird, stufenweise die Wärme, die es in den Lungen erhalten hatte, und vertheilt sie im ganzen System.

So erhellt folglich, daß das Blut beim Athemholen ununterbrochen Phlogiston absezt und Wärme verschluckt, und beim Kreislauf ununterbrochen Phlogiston einsaugt und Wärme von sich giebt.

Ich will noch hinzusetzen, daß, so wie das Blut, durch die Anschwängerung mit brennbarem Wesen, seiner Fähigkeit, die Wärme zu behalten, vermindert hat, auch gegentheils diejenigen Theile des Systems, von welchen es diesen Stoff erhält, ihre Fähigkeit, die Wärme zu behalten, vermehrt haben, und also Wärme einschlucken werden.

Wenn nun die Veränderungen in den Fähigkeiten, und die Quantitäten von Materie, die sich in einer gegebenen Zeit verändert haben, so beschaffen wären, daß alle vom Blut abgesonderte absolute Wärme eingesaugt worden wär, so würde, wie man deutlich sieht, kein Theil der Wärme, welche in den Lun-

Lungen aufgenommen worden ist, im Fortgang der Zirkulation empfindbar werden.

Daß dies aber dennoch nicht der Fall sey, wird, glaub' ich, aus folgenden Betrachtungen deutlich erhellen.

Wir wissen, daß durch den Kreislauf des Blutes empfindliche Wärme hervorgebracht wird, und ich habe durch Versuche gezeigt, daß in den Lungen eine Menge absoluter Wärme dieser Flüssigkeit mitgetheilt, und von derselben, während ihres Laufs durch das System, wieder abgesondert wird. Wenn also alle vom Blut getrennte absolute Wärme von denjenigen Theilen des Systems, von welchen es das brennbare Wesen erhält, eingeschluckt würde, so müßte man nothwendig zu einer andern Ursache seine Zuflucht nehmen, um daraus die empfindliche Wärme, die beim Kreislauf hervorgebracht wird, zu erklären. Allein den Regeln einer guten Philosophie nach, dürfen wir keine andern Ursachen von natürlichen Dingen annehmen, als solche, die beides wahr, und die Erscheinungen zu erklären hinreichend sind; denn die Natur liebt das Einfache, und bedient sich keiner überflüssigen Ursachen *).

Wir können also leicht schließen, daß die beim Athemholen aus der Luft abgesonderte und vom Blut eingesaugte absolute Hitze die wahre Ursache der thierischen Wärme ist.

Demungeachtet muß man eingestehen, daß diejenigen Theile des Systems, die dem Blute brennbares Wesen mittheilen, ihre Fähigkeit, Wärme zu behal-

*) M. s. Newton's Principia p. 202.

behalten, vermehrt haben, und daß also ein Theil der absoluten Wärme, welche vom Blut abgesondert worden ist, eingeschluckt werden wird.

Aber aus der Menge von Wärme, welche beim Kreislauf des Blutes empfindbar wird, ergiebt sich deutlich, daß die so eingesaugte Portion Wärme sehr unbedeutend ist.

Es erhellt also, daß das Blut, bei seinem Fortgang durch das System die Wärme, die es aus der Luft in den Lungen erhalten hatte, von sich giebt; eine kleine Portion dieser Wärme wird von denjenigen Theilen, aus welchen das Blut Phlogiston erhält, eingeschluckt, der Rest wird überflüssig, oder in bewegliche und empfindliche Hitze verwandelt.

Ich werde in der Folge zeigen, daß die durch diesen Proceß hervorgebrachte Wärme der gleich ist, welche durch die Entzündung verbrennlicher Körper entsteht, doch mit dem Unterschied, daß in dem lezteren Fall das Feuer von der Luft, im erstern aber vom Blute abgesondert wird.

Ueber die Entzündung verbrennlicher Körper.

Wir sehen aus den angeführten Versuchen, daß die atmosphärische Luft viel absolute Wärme enthalte, daß sie, wenn sie in fixe und phlogistisirte Luft verwandelt wird, den größern Theil dieser Wärme verliere, und daß die Fähigkeit der Körper, Wärme zu enthalten, durch Zusetzung des Phlogistons vermindert, und durch Wegnehmung desselben vergrößert werde. Wir können hieraus schließen, daß die bei der Verbrennung erzeugte Hitze aus der Luft und nicht aus dem brennenden Körper komme.

Denn verbrennliche Körper enthalten viel Phlogiston und wenig absolute Wärme; die atmosphärische Luft hingegen enthält viel absolute Wärme und wenig Phlogiston. Bei der Verbrennung wird das Phlogiston von dem entzündbaren Körper getrennt und mit der Luft verbunden; die Luft wird in fixe und phlogistisirte Luft verwandelt, und verliert zu der nämlichen Zeit einen sehr großen Theil ihrer absoluten Wärme, welche, wenn sie plözlich ausbricht, eine Flamme erzeugt, und einen hohen Grad fühlbarer Wärme hervorbringt. Wir haben durch Berechnung gefunden, daß die bei der Verwandlung der atmosphärischen Luft in fixes Gas hervorgebrachte Wärme so groß ist, daß, wenn sie nicht zerstreuet würde, sie die so verwandelte Luft mehr denn 12 mal wärmer, als die Hitze des rothglühenden Eisens ist, zu machen hinreichend seyn würde. Es erhellt folglich, daß bei der Verbrennung eine sehr große Menge Wärme aus der Luft kommt.

Es ist im Gegentheil offenbar, daß man die Hitze keineswegs von dem verbrennlichen Körper herleiten könne; denn der brennende Körper wird während der Verbrennung seines Phlogistons beraubt, und erleidet eine Veränderung, die der ähnlich ist, welche dem Blute bei der Respiration widerfährt; dem zufolge muß seine Fähigkeit, Wärme zu enthalten, verstärkt werden. Er kann also nichts von seiner absoluten Wärme verlieren, sondern muß, eben so wie das Blut bei seinem Durchgange durch die Lungen, vielmehr Wärme in sich nehmen.

Der Eisenkalk, zum Beispiel, enthält, der Beobachtung zufolge, mehr denn 2 mal so viel absolute Wärme, als das metallische Eisen; hieraus folgt, daß der erstere, bei der Verbrennung, nothwendig

eine Menge Wärme einsaugen muß, die dem Uiberschuß gleich ist, den derselbe über die Wärme des lezteren hat. Woher nimmt er nun diese Wärme? Er kann sie nicht vom Eisen erhalten; denn die Menge von Wärme in dem Kalke ist mehr denn doppelt so groß, als die, welche in dem Eisen, vor der Verkalkung, befindlich war.

Allein bei der Kalcination des Eisens wird das brennbare Wesen vom Metall abgesondert und mit der Luft verbunden, und durch die Vereinigung des Phlogistons mit Luft wird, wie ich erwiesen habe, eine sehr heftige Wärme hervorgebracht. Hieraus ist offenbar, daß, bei der Verbrennung des Eisens, die atmosphärische Luft zerlegt, und eine sehr große Menge der absoluten Wärme derselben abgeschieden wird, wovon ein Theil vom Kalke eingeschluckt wird, der übrige Theil aber unter der Gestalt einer Flamme zum Vorschein kommt, oder sich in bewegliche und empfindliche Wärme verwandelt.

Wir können also den Schluß machen, daß die empfindliche Wärme, welche bei der Verbrennung erregt wird, von der Abscheidung der absoluten Wärme von der Luft, durch die Wirkung des Phlogistons, abhängt.

Um diese Folgerung zu bestätigen, will ich noch hinzusetzen, daß, (wenn man die Veränderung ausnimmt, welche die Luft beim Athemholen erleidet, als wobei die Wärme verschluckt wird,) die schnelle Verwandlung der atmosphärischen Luft in fixes und phlogistisirtes Gas mit einer Hervorbringung empfindlicher Wärme unabänderlich vergesellschaftet ist. So wird empfindliche Wärme erzeugt, wenn man gemeine Luft mit Salpeterluft vermischt, oder wenn

man

man sie mit entzündlicher Luft verpuffen läßt, oder auch wenn sie durch faulende oder brennende Körper, oder durch den elektrischen Funken vermindert und schädlich gemacht wird. Wenn die Menge Luft, welche durch diese Processe in einer gegebenen Zeit verändert wird, sehr groß ist, so ist diese Veränderung mit einer lebhaften Flamme und mit einer heftigen Wärme verbunden, und zugleich wird dabei viel Licht verbreitet; wenn aber die Veränderung in der Luft langsam und stufenweis vor sich geht, so scheidet sich die Wärme auf eine unmerkliche Art ab, und verbindet sich mit den in der Nähe befindlichen Körpern.

Es erhellt im Ganzen, daß die atmosphärische Luft in ihrer Zusammensetzung eine große Menge Feuer oder absoluter Wärme enthält. Durch die Absonderung einer Portion dieses Feuers in den Lungen unterhält sie die Temperatur des arteriösen Bluts, und theilt auf diese Art jenen Unterhalt des Lebens mit, der zur Erhaltung des Thierreichs so wesentlich ist; und, durch einen ähnlichen Proceß, unterhält sie jenes natürliche und künstliche Feuer, das durch die Entzündung verbrennlicher Körper erregt wird.

Ich will mich nun bemühen, zu zeigen, daß diese Lehre, die ich als wahr annehme, uns in den Stand setzt, die merkwürdigsten Thatsachen, welche mit der thierischen Wärme und der Verbrennung in Verbindung stehen, leicht aufzulösen.

Auszug aus W. Morgans Anmerkungen über diesen Abschnitt.

Prüfung der Säze, auf welche sich die Theorie des Herrn Crawford gründet.

Das ganze System des Herrn Crawford ist auf die Demonstration folgender 3 Säze gegründet: 1) daß die atmosphärische Luft eine grössere Menge absolute Wärme enthält, als die Luft, welche aus den Lungen der Thiere ausgeathmet wird, und daß die Menge von absoluter Wärme in einer jeden Luftart mit der Reinigkeit derselben, oder mit der Fähigkeit, das thierische Leben zu unterhalten, sehr genau im Verhältniß steht; 2) daß das Blut, welches durch die Lungenblutader aus den Lungen in das Herz übergeht, mehr absolute Wärme enthält, als das, welches aus dem Herze durch die Lungenschlagader zu den Lungen kommt, und 3) daß die Fähigkeiten der Körper, Wärme zu behalten, durch den Zusaz des Phlogistons vermindert, und durch die Abscheidung dieses Grundstoffs verstärkt werden.

Um die Wahrheit des ersten Sazes zu beweisen, bestimmt Herr Cr. zuerst die Menge der absoluten Wärme in der gemeinen oder atmosphärischen Luft und in dieser Absicht nimmt er, bei Anstellung seiner Versuche, Herrn Irvine's Regel*) an. Ich will hier nicht über die Genauigkeit dieser Regel, noch über die Grundsäze, auf welche sie sich stüzt, mit unserm Verfasser streiten, sondern vielmehr die Thatsachen selbst, die jenen Versuchen zufolge angenommen worden sind, prüfen.

Durch

*) Man sehe den lezten Abschnitt.

Durch Anwendung der allgemeinen Regel des Herrn Irvine hat Herr Cr. gefunden *), daß sich die absolute Wärme der Luft zu der des Wassers verhält, beinahe wie 18. 6 zu 1. — Mittelst eben dieses Verfahrens hat er durch Versuche, die mit phlogistisirter und fixer Luft angestellt worden sind, entdeckt, daß dem Wasser von diesen Luftarten und der Blase, worinn dieselben enthalten waren, nicht mehr Wärme mitgetheilt worden ist, als dann, wenn die nämliche Blase zu einer gleichen Temperatur gebracht, und, ohne Luft, in das Wasser getaucht wurde. Allein in Rücksicht auf die reine dephlogistisirte Luft ist der Erfolg, wie Herr Cr. sagt, sehr verschieden. Er hat gefunden, daß, wenn er mit dieser Luft Versuche anstellte, die dem Wasser mitgetheilte Wärme so beträchtlich war **), daß die absolute Wärme der einen Substanz sich zu der der andern verhielt, wie 87 zu 1.

Wenn man Herrn Cr. Grundsätze als wahr annimmt, und zugleich zugiebt, daß der Verfasser bei Anstellung seiner Versuche nicht getäuscht worden ist, so scheint es, als ob die Thatsachen entscheidend wären. Aber ich muß bekennen, daß ich, ob ich gleich diese Versuche zu wiederholten malen und auf sehr verschiedene Art gemacht habe, dennoch nie im Stande gewesen bin, die mindeste Verschiedenheit unter den Luftarten zu unterscheiden. Man muß bedauren, daß sich Herr Cr. in Ansehung der Methode, auf welche er diese Versuche angestellt hat, nicht bestimmter herausgelassen hat; denn man würde alsdann die Ursache entdecken können, welche Schuld war, daß er nicht vollkommen genaue Beobachtungen machte. Jezt sind wir genöthigt, uns mit Muthmaßungen zu behelfen; vielleicht können uns die folgenden Versuche einigermaßen hierzu behülflich seyn.

*) M. s. oben S. 37.

**) S. oben S. 54.

Erster Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 64

Drei Viertel einer Pinte gemeine Luft brachte ich in eine Schweinsblase, in welche ich vorher einen Wärmemesser befestigt hatte, und bedeckte dann die ganze Geräthschaft über und über mit warmen Sand, bis das Quecksilber auf 112° gestiegen war. Nun nahm ich die Blase aus dem Sand und tauchte sie mit der größtmöglichsten Geschwindigkeit in eine Pinte Wasser = $62\frac{3}{4}$°. Die in dem Wasser angebrachten Wärmemesser stiegen stufenweis, bis beide endlich nach Verlauf 3 Minuten bei $36\frac{1}{2}$ stehen blieben.

Zweiter Versuch.

Dieselbe Blase füllte ich, nachdem sie vorher getrocknet worden war, aufs neue mit einer gleichen Menge gemeiner Luft an, und bedeckte sie so lange mit Sand, bis der Wärmemesser auf 112° stieg. Hierauf drückte ich die erwärmte Luft durch eine Oeffnung im Stöpsel heraus, und tauchte die ganz leer gemachte Blase, nachdem ich vorher die erwähnte Oeffnung wieder mit einem kleinen Kork verstopft hatte, in eine Pinte Wasser, dessen Wärme, wie beim vorhergehenden Versuch, $62\frac{3}{4}$° war; nach Verlauf dreier Minuten standen beide Thermometer über $63\frac{1}{4}$.

Auf diese Art stellte ich auch Versuche mit entzündlicher, mit fixer und mit phlogistisirter Luft an, und ich bemerkte genau die nämlichen Erfolge. Die ledig gemachte Blase erwärmte bei allen diesen Versuchen das Wasser nur $\frac{1}{4}$ Grad weniger, als die nämliche Blase, wenn sie mit dieser oder einer andern

Luftart

luftart angefüllt war. — Ich muß hier bemerken, daß die Blase im zweiten Versuch mit Luft angefüllt war, während daß ich sie erwärmte; dies that ich nicht ohne Grund, oder ich hielt es vielmehr für nothwendig, so zu verfahren; denn es ist nicht möglich, daß man sich auf irgend eine andere Art gewiß überzeugen kann, ob die Blase die nämliche Temperatur erhalten hat, die sie beim vorhergehenden Versuch gehabt hatte. — In diesem Fall sind alle Umstände genau die nämlichen; die Blase wird gleichförmig erwärmt, man kann ihr genau eine und die nämliche Temperatur geben, und, was am meisten von Bedeutung ist, man kann zuverlässig überzeugt seyn, daß dem Wasser die nämliche Oberfläche ausgesezt wird, als wenn sie mit Luft ausgedehnt wär. — Wenn ich eine Muthmaßung wagen dürfte, so würde ich gestehen müssen, daß, meines Erachtens, eine der vorzüglichsten Ursachen des Irthums des Herrn Cr. darinn liegt, daß er auf diesen Umstand nicht aufmerksam gewesen ist. Ich werde in dieser Vermuthung noch mehr durch die Beobachtung bestärkt, daß die Blase, wenn sie zusammengeschrumpft ist, dem Wasser nicht über ein Viertel Grad Wärme mittheilte, (dies ist beinahe eben die Temperatur, welche Herr Cr. unter ähnlichen Umständen beobachtet hat,) wenn sie schon bis zum 112 Grad erhizt worden war.

Ich habe diese Versuche auf mancherlei Art abgeändert, und nicht nur die Luft und das Wasser bei verschiedenen Temperaturen zu denselben genommen, sondern auch darinn eine Aenderung gemacht, daß ich, anstatt die Blase mit warmen Sand zu bedecken, sie so lange in warmes Wasser eintauchte, bis das in der Blase angebrachte Thermometer bis zu einer gegebenen Höhe gestiegen war; auf diese

Art hab' ich die Verschiedenheit entdeckt, die zwischen der Wärme, welche durch die Luft und durch die Blase zusammen mitgetheilt worden ist, und zwischen derjenigen, welche die Blase allein bewirkt hat, statt findet. Allein ich muß aufrichtig bekennen, daß mir nie ein Fall vorgekommen ist, der mir zu einer Rechtfertigung dienen könnte, wenn ich behaupten wollte, daß eine Luftart eine stärkere Kraft besitzt, das Wasser zu erwärmen, als eine andere, oder, den Grundsätzen des Herrn Cr. gemäß, daß eine Luftart mehr absolute Wärme enthält, als eine andere.

Ich kann hier nicht umhin, die Anmerkung zu machen, daß ich mich, um die Luft zu erwärmen, statt der erwähnten Blase einer Florentiner Flasche bedient, und diese in Wasser getaucht habe; aber der Erfolg war vollkommen der nämliche; denn nie bin ich im Stande gewesen, die mindeste Verschiedenheit zwischen der durch die reinste dephlegistisirte Luft mitgetheilten Wärme, und der, welche die schädlichste fixe Luft hervorbrachte, zu bemerken. — Wenn ich die vielen Versuche betrachte, die ich angestellt habe, und die genaue Sorgfalt bedenke, die ich in der Absicht anwendete, daß alle Umstände genau dieselben waren, so kann ich schlechterdings nicht glauben, daß ich mich geirrt haben sollte. — Indes halt' ich es doch nicht für überflüssig, noch das folgende Verfahren zu beschreiben, das ich deswegen wählte, um über diese Sache noch mehr zur Gewißheit zu kommen.

Dritter Versuch.

An ein dickes Bret von Tannenholz, das ungefähr 5 Fuß lang, und anderthalben Fuß breit war, befestigte ich 2 Gestelle, auf das eine, das größer und niedriger war, als das andere, sezte ich einen mit warmen Wasser = 116° angefüllten Eimer,

und

und auf das andere ein zinnernes Gefäß, das eine Pinte kaltes Wasser = 64° enthielt. Hierauf tauchte ich den Eimer, an welchen ich vorher eine kupferne mit einem Hahn versehene Röhre angepaßt hatte, eine Blase, die eine Menge atmosphärischer Luft enthielt. — An der einen Seite des zinnernen Gefäßes, nahe am Boden, hatte ich eine hole Röhre befestigt, deren eines Ende durch eine im Brete gemachte Oefnung einen halben Zoll hervorragte, das andere aber an der innern Seite des zinnernen Gefäßes befindlich war, so daß der Hals einer zusammengefalteten Blase darum gebunden werden konnte. Auf diese Art bewirkte ich, daß beide Blasen mit einander Gemeinschaft hatten, indes zu gleicher Zeit mittelst des Bretes verhindert wurde, daß das im Eimer befindliche Wasser die Temperatur desjenigen, welches das zinnerne Gefäß enthielt, nicht ändern konnte. Die leere Blase, welche im kalten Wasser schwebend hieng, war von der Größe, daß sie, wenn sie gefüllt worden wär, eine Pinte Luft enthalten haben würde. In eben dieses Wasser hieng ich auch einen Wärmemesser, und zwar so, daß er die Seite des zinnernen Gefäßes nicht berührte. Nach dieser Vorbereitung, und nachdem ich die Blase und die kupferne Röhre mit dem Hahne mit beiden Händen unter das Wasser in den Eimer gehalten hatte, bis die Luft in der Blase dieselbe Wärme bekommen hatte, welche dieses Wasser besaß, öfnete ich gemächlich die kupferne Röhre, und nahm, während daß ich sorgfältig Acht gab, daß die Blase völlig untergetaucht war, einen kleinen Kork heraus, der in der Absicht hinein gesteckt worden war, damit kein warmes Wasser in den Hahn kommen konnte, so daß es folglich in die Blase gepreßt wurde. Ich befestigte hierauf diesen Hahn in denjenigen Theil der holen Röhre, der durch das

Bret durchgieng, und als ich mit meiner Hand unter dem Wasser die Blase drückte, so gieng plötzlich die erwärmte Luft, welche dieselbe enthielt, in die andere Blase über, welche, da sie nun ausgedehnt ward, das Wasser in dem zinnernen Gefäß so in die Höhe trieb, daß sie völlig damit bedeckt war. Ich drehte nunmehr den kupfernen Hahn, um alle Gemeinschaft mit der in der Blase zurückgebliebenen Luft aufzuheben, und ließ alles 3 Minuten lang in diesem Zustande, — allein während dieser ganzen Zeit war das Wasser in dem zinnernen Gefäß nicht um ein Zehntel Grad wärmer geworden.

Auf die jezt beschriebene Art stellte ich auch zu wiederholten malen Versuche mit phlogistisirter, fixer, entzündlicher und selbst dephlogistisirter Luft an, aber ich konnte nie die mindeste Verschiedenheit gewahr werden. Denn bei allen diesen Versuchen war die dem kalten Wasser mitgetheilte Wärme so unbeträchtlich, daß ich kaum einige Aenderung am Quecksilber bemerkte, obgleich die Leiter meines Wärmemessers sehr groß war. — Man kann leicht zugeben, daß ein Theil der Wärme von der Blase eingeschluckt worden ist, aber dann, wenn ich annehme, daß Herr Cr. Recht habe, konnte sie doch nicht mehr verschluckt haben, als sie dem Wasser, bei den Versuchen des Herrn Cr. mitgetheilt hatte, und folglich müßte der größte Theil durch die Zwischenräume der Blase in das Wasser übergegangen seyn, — den Grundsätzen unsers Verfassers zufolge hätten also bei den Versuchen, zu welchen ich mich der gemeinen und der dephlogistisirten Luft bediente, sehr merkbare Wirkungen hervorgebracht werden sollen.

Da also diese Luftarten, in Ansehung ihrer Wirkungen, nichts vor andern voraus zu haben scheinen, und

und da auch die Wirkungen, die durch alle Luftarten verursacht werden, beinahe unmerklich sind; so kann man, dünkt mich, aus den eignen Grundsätzen des Herrn Cr. richtig schließen, daß entweder alle Luftarten dieselbe Menge absoluter Wärme enthalten, oder daß, wenn einige Verschiedenheit statt findet, dennoch bis jezt keine Versuche geschickt gewesen sind, uns davon zu überzeugen, und daß endlich, wenn in einigen Fällen, von welcher Art sie auch gewesen seyn mögen, die Resultate unter ähnlichen Umständen verschieden ausgefallen sind, diese Abweichung wahrscheinlich daher gekommen ist, daß die Versuche nicht mit der gehörigen Genauigkeit angestellt worden sind.

Ich habe oben (S. 101.) bemerkt, daß Herr Cr. bei den mit fixer und phlogistisirter Luft unternommenen Versuchen gefunden hat, daß dem Wasser keine Wärme mitgetheilt worden war, und daß er folglich nur im allgemeinen, ohne daß er im Stande war, die Proportion anzugeben, schloß, daß diese Luftarten weniger absolute Wärme enthielten, als die gemeine Luft. Indes hat er versucht, diese Schwierigkeit, in Rücksicht auf die fixe Luft, dadurch zu heben, daß er die comparativen Quantitäten der Wärme im rohen und lebendigen Kalk, und hieraus die comparativen Mengen der Wärme in der festen Luft und dem Wasser, bestimmte. — Ob aber gleich das, was ich schon über diese Sache gesagt habe, alle fernern Anmerkungen unnüz gemacht hat, so wird es doch, da unser Verfasser in der Folge viel Schlüsse aus dieser Untersuchung zieht, vielleicht nicht überflüssig seyn, einige Betrachtungen darüber anzustellen.

Herr Cr. merkt an, daß der rohe Kalk und die Kalksteine mehr, als ein Drittel, ihres Gewichts feste Luft enthalten *), und daß sie, wenn man diese Flüssigkeit daraus entbindet, in ungelöschten Kalk verwandelt werden. Um also mit Genauigkeit die absolute Wärme der fixen Luft zu bestimmen, hat er sich zuerst angelegen seyn lassen, die Wärme der rohen Kalkerde mit der des lebendigen Kalks zu vergleichen.

Er beschreibt drei Versuche **), die er in dieser Absicht angestellt hat, und dann beweist er durch Umkehrung des einen Versuchs, und durch viel Folgen, die er daraus zieht, daß die in der Erde und der Luft, wenn beide von einander getrennt sind, enthaltene Wärme diejenige, welche beide vor der Trennung enthalten, an Menge nicht übertreffe, oder, mit andern Worten, daß die Summe der Wärmen der fixen Luft und des lebendigen Kalks just der Wärme gleich sey, welche die Kalkerde vor der Glühung enthält. Aus diesen Sätzen hat er die absolute Wärme der festen Luft, verglichen mit der des rohen Kalks, auf folgende Art bestimmt. — Die Wärmen gleicher Mengen von rohen und lebendigen Kalk verhalten sich, wie gezeigt worden ist, wie 25 zu 24, folglich wird die Wärme einer gegebenen Menge rohen Kalks zu 2 Dritteln dieser Menge lebendigen Kalks wie 25 zu 16 seyn. Da nun dies die Proportion des lebendigen Kalks im rohen Kalk ist, und das übrige Drittel für fixe Luft gehalten wird, (welche zusammen mit dem lebendigen Kalk eben so viel Wärme enthält, als der rohe Kalk vor

*) S. oben S. 46.

**) S. 46. 47. 48.

vor der Glühung,) so folgt, daß die Differenz zwischen 25 und 16 (oder 9) die Menge der Wärme in der fixen Luft ausdrückt, und daß also, wenn man gleiche Quantitäten rohen Kalks und fixer Luft nimmt, die Wärme der festen Luft zu der des rohen Kalks wie (9 × 3 oder) 27 zu 25 seyn wird. Allein aus dem ersten Versuch erhellt, daß die Wärme des rohen Kalks zu der des Wassers ist, wie 1 zu 3. 9; folglich verhält sich die Wärme der fixen Luft zu der des Wassers wie 27 zu 25 × 3. 9, oder beinahe wie 1 zu 3. 6.

Was das erste Experiment, das Herr Cr. in Ansehung dieser sehr verwickelten Untersuchung angestellt hat, anbelangt, so muß ich bemerken, daß es in verschiedener Rücksicht mangelhaft ist. Die Wärme der Luft in der Stube ist hier nicht angegeben, die verschiedenen Temperaturen an der Oberfläche und am Boden sind nicht bestimmt, und die Wärme der Mischung ist nur 2 Minuten lang angemerkt worden, während welcher kurzen Zeit der Kalk den größten Grad seiner Wärme unmöglich erhalten haben kann; denn Herr Cr. sagt an einem andern Orte*), daß dies sehr langsam erfolge. Kurz der ganze Versuch ist, wie man deutlich sieht, mit so wenig Genauigkeit angestellt worden, daß man nichts mit einiger Gewißheit daraus folgern kann.

Die Absicht, in welcher der Verfasser den zweiten Versuch angestellt hat, ist, wie er uns sagt, um die Genauigkeit des dritten zu bestimmen, das ist, weil die Temperatur einer Mischung aus gleichen Portionen warmen und kalten Kalks die Hälfte des Uiber=

*) S. 48.

Uiberschusses des wärmern Körpers über den kältern, nach Verlauf zweier Minuten, war, so könne man sich von der Temperatur einer auf ähnliche Art gemachten Mischung aus kaltem lebendigen und warmen rohen Kalk nach Verlauf einer Zeit von 8 Minuten richtig überzeugen. Wenn nun bei dem leztern von diesen beiden Versuchen die Wärme genommen wird, wenn sie am größten ist, so sehe ich keinen rechten Grund, warum beim ersten von dieser Regel abgewichen worden ist. Wenn man die Temperatur der Mischung nicht nach Verlauf der zweiten Minute, sondern zu jeder andern Periode nimmt, so ist es nicht anders möglich, als daß Ungereimtheiten zum Vorschein kommen müssen; denn in diesem Fall würde folgen, daß der Kalk mehr Wärme enthält, als sie selbst *). Wenn zwei feste Substanzen bei verschiedenen Graden der Wärme mit einander gemischt werden, so ist es kaum möglich, sie so genau mit einander zu verbinden, daß die Wärme sich binnen einer Zeit von wenig Minuten durch die ganze Masse gleichförmig vertheilen kann, und da dies der Fall ist, so erhellt deutlich, daß der Erfolg eines Experiments von dem Theile der Mischung abhängt, welchen der Wärmemesser zunächst berührt hat. Die beiden vorhergehenden Versuche sind überzeugende Beweise dieser Behauptung; denn bei

*) Wenn bei dem dritten Versuch die Wärme der Mischung nach Verlauf der ersten 5 Minuten genommen worden wär, so würde die absolute Wärme des lebendigen Kalks, anstatt geringer zu seyn, mehr betragen haben, als die des Kalks, in dem Verhältniß 51 zu 49, und die Wärme der fixen Luft, nach Herrn Cr. Art daraus hergeleitet, würde verschieden gewesen seyn.

bei dem einen traf es sich, daß der Wärmemesser in den wärmsten Theil der Mischung gebracht ward, und das Quecksilber stand also nach Verlauf der ersten Minute am höchsten, es fiel aber in den darauf folgenden Minuten immer stufenweis, weil die wärmern Theilgen ihre Hitze nach und nach weiter verbreiteten, und den kältern mittheilten, so daß also die ganze Mischung dieselbe Temperatur annahm; — bei dem zweiten war aber der Wärmemesser von ungefähr in den kältesten Theil der Mischung gekommen, es mußten also just entgegengesezte Erscheinungen bemerkt werden, und das Quecksilber mußte eine Zeit von 8 Minuten lang (obschon auf eine unregelmäßige Art) steigen. — Indes haben wir gesehen, daß es dem Herrn Cr. gar keine Schwierigkeit macht, diese beiden Versuche mit einander zu vereinigen und Folgen in der Absicht daraus zu ziehen, um die Wahrheit seines Systems zu bestätigen. Aber man muß bedauren, daß er sich nicht hinlänglich bemüht hat, eine solche Einrichtung zu treffen, daß alle auch noch so kleine Umstände bei beiden Versuchen vollkommen einerlei waren; denn ohne diese Vorsicht kann man unmöglich mit einiger Gewißheit oder Genugthuung Folgerungen daraus herleiten.

Ausserdem, daß diese Versuche nicht genau angestellt worden sind, ist es auch offenbar, daß das Verfahren gar nicht angemessen ist, dessen sich Herr Cr. bedient hat, um die Wärme der festen Luft, indem sie noch einen Bestandtheil der rohen Kalkerde ausmacht, zu bestimmen. In diesem Zustand der Verbindung ist sie einige hundert Mal dichter, als wenn sie von andern Theilen ganz getrennt

getrennt ist *), so daß es kaum möglich zu seyn scheint, daß man die wirklichen Eigenschaften derselben sollte entdecken können, wenn man sie unter einer Gestalt betrachtet, die von ihrer natürlichen so sehr verschieden ist. Wie sehr würden wir uns nicht täuschen, wenn wir von einer Auflösung des gemeinen Salzes in Wasser auf die Kräfte der Meersalzsäure, oder von dem sehr eingeschränkten Geschmacke des pulverisirten Marmors auf die äzende Natur des lebendigen Kalks schließen wollten! — Doch es ist unnöthig, mich über die Veränderungen, welche sich mit den Körpern zutragen, wenn sie durch chemische Proceß mit andern verbunden werden, weitläuftig auszubreiten. Herr Cr. ist ohne allen Zweifel mit diesem Gegenstande sehr wohl bekannt, und ich wundere mich sehr, daß er bei der gegenwärtigen Untersuchung nicht mehr Rücksicht darauf genommen hat.

Es ist nicht meine Absicht, die Theorie des Herrn Crawford über die thierische Wärme noch genauer zu betrachten; indes kann ich doch den Versuch **) nicht mit

*) Herr Cavendish sagt, daß sich die specifische Schwere der fixen Luft zu der des Wassers verhält, wie 1 zu 563 (m. s. Philosophic. Transact. Vol. 56. N. 19.), und der Behauptung des Herrn Cotes zufolge steht die specifische Schwere des Wassers zu der des rohen Kalks in dem Verhältniß wie 1 zu $2\frac{7}{16}$ (m. s. Cotes Hydrostatics pag 61. I. Edit. Es folgt also, daß die specifische Schwere der fixen Luft, und des rohen Kalksteins zu einander sind wie 1 zu 1520.

**) Ich muß hier nothwendig bemerken, daß, obschon Herr Crawford unter diesem Satze zwei Experimente beschreibt,

mit Stillschweigen übergehen, mittelst dessen er die Wahrheit seines zweiten Satzes beweißt. Es scheint mir eine Uibereilung zu seyn, daß Herr Cr. ein System auf eine einzige Thatsache gründet, und zwar auf eine Thatsache, die nur durch einen einzigen Versuch, der noch dazu unter diejenigen gehört, die allerdings Ausnahmen leiden, unterstüzt wird. — In der That, wenn wir hier auf diejenigen Quellen aufmerksam sind, die, wie ich schon an einem andern Orte gesagt habe, bei den Versuchen unsers Verfassers überhaupt Unrichtigkeiten veranlaßt haben, so werden wir vielleicht die sehr unbeträchtliche Verschiedenheit *), in den Resultaten beider Theile dieses Versuchs, zu erklären im Stande seyn, ohne daß wir nöthig haben, unsere Zuflucht zu den verschiedenen Mengen der Wärme im arteriösen und venösen Blute zu nehmen. — Es ist einigermassen merkwürdig, daß unser Verfasser, um die Menge von Wärme in einer Mischung aus diesen beiden Blutarten zu bestimmen, in einem der vorhergehenden Versuche **) annimmt, daß sie beinahe so groß sey, als die Menge, welche, dem gegenwärtigen Versuche zufolge, in dem arteriösen Blute allein enthalten ist, indem die absolute Wärme

beschreibt, sie doch wirklich nur verschiedene Theile eines und des nämlichen Versuchs sind; denn mittelst des einen wird die Wärme des arteriösen, und mittelst des andern die Wärme des venösen Bluts bestimmt; — keine von diesen für sich allein ist aber hinreichend, die Wahrheit des Satzes zu bestätigen.

*) Die Proportion der Wärme im arteriösen und venösen Blut ist in diesem Versuch nur wie 2. 3 zu 2 angegeben.

**) S. oben S. 31.

me des leztern sich zu der des erstern verhält wie 97. 6 zu 97. 08, oder nur wie 2. 3 zu 2. 29. — Die Differenz bei diesen Quantitäten ist, selbst der eignen Voraussetzung des Herrn Cr. nach, bei weiten zu unbeträchtlich. Ja, wenn angenommen worden wär, daß die Proportion des venösen Bluts nur ein Drittel der Mischung ausmachte, so würde dennoch aus jenem Versuche folgen, daß es in $\frac{1}{70}$ so viel absolute Wärme enthält, als im Schlagaderblute befindlich ist. — Eine Verschiedenheit (in Betracht der Natur dieses Experiments), die so unbedeutend ist, daß sie leicht vernachlässigt werden kann. — Wenn wir also aus dieser Thatsache etwas folgern sollten, so könnten wir verleitet werden, anzunehmen, daß die Mengen von absoluter Wärme im venösen und arteriösen Blute gleich sind, — und hierdurch würde das ganze System von der thierischen Wärme über den Haufen geworfen werden.

Der dritte Satz scheint, gleich dem Vorhergehenden, auf sehr wenig Versuche gegründet zu seyn, und da diese nur mit einer einzigen Klasse von Körpern angestellt worden sind, so kann der allgemeine Schluß, der daraus hergeleitet worden ist, in Hinsicht auf alle Körper, nicht richtig seyn. Wenn gesagt wird, daß eine jede Substanz in der Natur in dem Verhältniß, wie ihr Phlogiston vermehrt wird, weniger absolute Wärme enthält, weil vielleicht die Metalle diese Eigenschaft haben können, so heißt dies ein System, auf Gründe bauen, die mit der wahren Philosophie nicht bestehen. — Wir wollen annehmen, daß Herr Cr. bis zur Gewißheit erwiesen hat, daß das Zinn, das Blei, das Eisen,

und

und der Spießglanz weniger absolute Wärme enthalten, als die Kalke dieser Metalle, und daß bei allen Metallen die Wärme vermindert wird, so wie sich ihr Phlogiston vermehrt; aber wir werden demohnerachtet eingestehen müssen, daß, da die folgenden Versuche, die den nämlichen Grundsätzen gemäß angestellt worden sind, beweisen, daß dies mit allen verschiedenen Körpern des Mineral- und Pflanzenreichs nicht der Fall ist, daß, sage ich, auch das System des Herrn Cr. sich nicht auf ein allgemeines Gesetz der Natur gründet, und daß es keinesweges zur Erklärung der Erscheinungen, welche bei der Verbrennung beobachtet werden, geschikt ist; denn diese Erscheinungen sind bekanntlich bei jenen Substanzen am wirksamsten, und dies beweist, daß sie Ausnahmen von der allgemeinen Regel des Herrn Crawford sind.

Vierter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 56
Ein Viertelpfund trokne Sägespäne *) = 58 vermischte ich mit
Anderthalb Pfund Wasser = 172.

Die

*) Ich habe von diesen Substanzen aus der Ursach so kleine Mengen zu den Versuchen genommen, weil sie ausserordentlich leicht sind, und also vom Wasser nicht würden haben überall bedekt werden können, wenn ich sie in größerer Proportion hätte nehmen wollen. Hierdurch wird aber, dem Herrn Cr. zufolge, (m. s. oben S. 15. auch kann man Magellan Essay sur la nouvelle théorie du feu elementaire &c. pag. 168. 169 f. f. nachschlagen,) der Ausgang des Versuchs nicht verändert.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	162½	154	158¼
2 —	160	150	155
3 —	157½	146½	152.

Sezt man, für die in der ersten Minute hinweggegangene Wärme, 3. 19 dazu, so hat man, für die wahre Temperatur der Mischung, 161. 44. Die Fähigkeit des Gefäßes, die Wärme zu behalten, war zu der des Wassers, wie 1 zu 12, und da dieses Gefäß von 58 auf 158¼ gestiegen war, so folgt, daß es 8. 35 Grad Wärme hinweggenommen hat. Das Wasser war durch die Sägspäne und das Gefäß zusammen 10. 56 abgekühlt worden, folglich hatte die durch die Sägspäne allein bewirkte Erkältung 2. 21 Grad betragen. Die Sägspäne waren von 58 auf 161. 44, oder 103. 44 Grad gestiegen, also verhält sich die Wärme einer gegebenen Menge Sägspäne zu einer 6 mal größern Menge Wasser wie 2. 21 zu 103. 44, und die Wärme gleicher Mengen von diesen Körpern steht in folgendem Verhältniß: 13. 26 zu 103. 44, oder 1 zu 7. 8.

Fünfter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 61
Ein Viertelpfund Potasche = 65 vermischte ich mit
Anderthalb Pfund Wasser = 177½.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	167	165	166
2 —	161	164½	162¾
3 —	157	164	160½

Hier=

Hieraus wird man finden, wenn man eben so, wie beim vorhergehenden Versuche, verfährt, daß die Wärmen gleicher Mengen von Wasser und kalcinirtem Holz sich wie 23. 6 zu 1 verhalten. Es folgt also, daß die absolute Wärme des getrokneten Holzes mit der des kalcinirten Holzes in folgendem Verhältniß steht; 23. 6 zu 7. 8 oder 3 zu 1.

Sechster Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 42
Anderthalb Pfund trockne Erdkohle = 42 vermischte ich mit
Einem Pfund Wasser = 167.

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	144	140	142
2 —	142	140	141
3 —	139	139½	139¼.

Die Fähigkeit des Gefäßes, die Wärme zu behalten, verhielt sich wie oben, und man kann also hieraus abnehmen, daß sich die absoluten Wärmen gleicher Mengen von Erdkohle und Wasser verhalten müssen, wie 1 zu 3. 4.

Siebenter Versuch.

Wärme der Luft im Zimmer = 42
Ein halbes Pfund vollkommen kalcinirte Kohle = 43 vermischte ich mit
Einem Pfund Wasser = 150.

Die

Die Temperatur der Mischung war nach Verlauf

	Oberfläche,	Boden,	Mitte,
1 Minute	132½	131½	132
2 —	131	131½	131¼
3 —	129	131	130.

Hieraus wird sich also ergeben, daß die Wärme der kalcinirten Kohle mit der Wärme einer gleichen Menge Wasser in folgendem Verhältniß steht: 1 zu 5. Folglich ist die absolute Wärme der getrockneten Kohle zu der der kalcinirten Kohle, wie 5 zu 3. 4.

Ich will hier noch erinnern, daß Herr Kirwan annimmt, daß sich die absolute Wärme des höchst verstärkten Weingeistes zu der des Wassers verhalte, wie 108. 6 zu 100 *). — Es ist nicht nöthig, Erläuterungen über diese Thatsachen zu machen. Wenn wir den Grundsätzen des Herrn Cr. gemäß urtheilen, so ist offenbar, daß die Folgerungen, die man daraus herleiten muß, dem System desselben von der Verbrehnung gerade entgegengesezt sind.

Vierter

*) M. s. Herrn Magellan's angeführte Schrift S. 177. wo auch behauptet wird, daß eine Auflösung aus braunen Zucker und Wasser mehr Wärme enthält, als das Wasser allein, in demselben Verhältniß, wie Alkohol, das ist in dem Verhältniß wie 108. 6 zu 100. Nun ist aber bekannt, daß der Zucker ein sehr entzündlicher Körper ist, sollte daher nicht, nach Herrn Cr. Theorie, folgen, daß diese Auflösung weniger absolute Hitze enthält, als das Wasser?

Vierter Abschnitt.

1) Aus dem, was ich oben vorgetragen und festgesezt habe, wird die Ursache deutlich, warum die athmenden Thiere einen größern Grad von Wärme besitzen, als die, welche nicht mit Werkzeugen zum Athemholen versehen sind. Denn es ist bewiesen worden, daß die erstern ununterbrochen Wärme aus der Luft einsaugen, und es ist wahrscheinlich, daß die Natur einer so großen Menge von Thieren vorzüglich aus der Ursach ein Lungensystem, und die zu einer doppelten Zirkulation nöthigen Theile gegeben hat, damit eine Verschluckung oder Einsaugung oder Hitze vor sich gehen könne.

Ich habe gezeigt, daß die thierische Wärme und die Entzündung verbrennlicher Körper von einer und derselben Ursach, das ist, von der Abscheidung der absoluten Wärme aus der Luft, durch die Wirkung des Phlogistons, abhängt.

Die Menge der durch einen Menschen in Zeit von einer Minute phlogistisirten Luft ist, dem in dieser Hinsicht angestellten Versuche zufolge, der gleich, welche binnen derselben Zeit mittelst eines brennenden Lichts phlogistisirt wird. Und also beraubt ein Mensch die Luft ununterbrochen einer so großen Menge Wärme, als die ist, welche durch das Brennen eines Lichts hervorgebracht wird.

Die Naturforscher haben bemerkt, daß auch die kalten Thiere das Vermögen besitzen, sich in einer Temperatur zu erhalten, die etwas wärmer ist, als die des sie umgebenden Mediums. Um dies zu verstehen, müssen wir bemerken, daß die thierische Wärme von einer durch das Athmen in der Luft her-

vor-

vorgebrachten Veränderung, oder richtiger, von einer Veränderung, welche das Blut beim Fortgang der Zirkulation erleidet, abhängt.

Zufolge der Geneigtheit des Systems zur Fäulniß wird das Blut mit brennbarem Wesen geschwängert, und durch diese Anschwängerung wird es genöthigt, einen Theil seiner absoluten Wärme von sich zu geben. Die Quelle, aus welcher das Blut solcher kalten Thiere, die keine Lungen haben, wieder mit Wärme versehen wird, läßt sich blos durch Versuche bestimmen. Es ist wahrscheinlich, daß bei dergleichen Thieren die Nahrung mehr absolute Wärme enthält, als das Blut, und wenn dies wirklich der Fall ist, so wird die Wärme im Blute durch die Nahrungsmittel wieder ersezt werden.

2) Aus den in erwärmten Zimmern angestellten Versuchen erhellt, daß der thierische Körper, unter gewissen Umständen, das Vermögen besizt, Kälte hervorzubringen, oder sich in einem Grad der Wärme zu erhalten, der geringer ist als der, welchen das umgebende Medium besizt.

Dieses Vermögen haben einige Naturforscher der Ausdünstung auf der Oberfläche des Körpers zugeschrieben, und man muß auch in der That eingestehen, daß die vermehrte Ausdünstung sehr viel beiträgt, die Wärme zu vermindern. Allein die Versuche, welche oben erzählt worden sind, machen uns eine andere Ursache bekannt, welche, meinem Bedünken nach, bei Hervorbringung des nämlichen Erfolgs wirksam ist.

Durch die Wärme des umgebenden Mediums wird die Ausdünstung durch die Lungen vermehrt. Nun kann aber bewiesen werden, daß, wenn diese Aus-

Ausdünstung bis zu einem gewissen Grade verstärkt wird, die ganze Wärme, welche von der Luft getrennt worden ist, von dem wässerigen Dampfe werde eingeschluckt werden. —

Aus der im dritten Abschnitt S. 90. befindlichen Berechnung ergiebt sich, daß die Fähigkeit des Bluts, Wärme zu enthalten, in den Lungen so sehr vermehrt wird, daß sie, wenn die Temperatur desselben durch die Wärme, welche von der Luft bei dem Athemholen abgeschieden worden ist, nicht unterhalten würde, von 96 bis auf 66 abnehmen würde. Wenn also die Ausdünstung aus den Lungen so sehr vermehrt wird, daß sie hinreicht, alle aus der Luft abgeschiedene Wärme wegzunehmen, so wird das Schlagaderblut, wenn es durch die Lungenblutader zurükkehrt, seine empfindliche Wärme großentheils vermindert haben, und es wird daher von den Gefäßen, welche damit in Berührung stehen, und von den in der Nähe liegenden Theilen Wärme einsaugen. Und auf diese Art wird derselbe Proceß, wodurch vorher die Wärme im Thiere wiederhergestellt wird, jezt ein Mittel zur Hervorbringung der Kälte werden, und die Quantität der hervorgebrachten Kälte wird mit der Geschwindigkeit, mit welcher das Blut durch die Lungen fließt, und mit der Schnelligkeit des Athemholens und der Ausdehnung der Lungen bei demselben im Verhältniß stehen.

Hieraus kann man also den Grund abnehmen, warum die Wärme der Thiere in allen Theilen des Erdbodens fast dieselbe ist, ungeachtet die Wärme der Atmosphäre sehr großen Veränderungen ausgesezt ist, die von Aenderungen der Witterung und von der Verschiedenheit der Jahrszeit und des Klimas entspringen.

Die Mengen von Wärme, die die Körper verlieren, wenn sie erwärmt und dann in die kalte Luft gesezt werden, stehen mit dem Uiberschuß ihrer empfindlichen Wärme über die Wärme der umgebenden Atmosphäre im Verhältniß. Die Wärme des menschlichen Körpers ist zu allen Zeiten des Jahrs fast immer 96°, und folglich wird, wenn alle übrige Umstände dieselben sind, die Menge der in einer gegebenen Zeit, zu welcher die Temperatur der Luft = 36 ist, verloren gegangenen Wärme diejenige sehr übertreffen, welche in einem gleichen Zeitraume, bei einer Wärme der Atmosphäre, die 66° beträgt, verloren gegangen ist. Es muß also in dem erstern Fall eine größere Menge Wärme verschluckt werden, um den Abgang zu ersetzen.

Um dies zu erläutern, wollen wir bemerken, daß, mittelst der stärkenden und reizenden Kräfte der Kälte, die Lebhaftigkeit des thierischen Körpers vermehrt wird; die Gefäße auf der äusserlichen Fläche desselben werden zusammengezogen; das Blut wird nach den Lungen getrieben; der Puls und das Athemholen werden voller und geschwinder; und also wird, wenn die Kälte zur Winterszeit sehr zunimmt, und bei den Thieren, die sich in kalten Gegenden aufhalten, die aus der Luft eingeschluckte Wärme verhältnißmäßig vermehrt.

Zur Sommerszeit wird das Blut nach der Oberfläche des Körpers getrieben, die geschwinde Bewegung des Blutes durch die Lungen wird vermindert, und also findet auch eine verhältnißmäßige Verminderung, in Hinsicht auf die Menge der eingeschlukten Wärme, statt. Hierzu kann man noch hinzusetzen, daß, wenn die durch den Dunst, welcher

cher bei dem Athmen ausgehaucht wird, eingesaugte Wärme so groß ist, daß die zurückbleibende Menge der durch die Luft abgesetzten Wärme nicht hinreicht, die Temperatur des arteriösen Bluts zu unterhalten, daß, sage ich, alsdann durch die Veränderung, welche das Blut in den Lungen erleidet, einige Grade Kälte werden hervorgebracht werden.

Da die Thiere ununterbrochen Wärme aus der Luft einschlucken, so würde unstreitig eine Anhäufung derselben in dem thierischen Körper entstehen müssen, wenn nicht eine Menge Wärme, die der verschluckten gleich ist, hinweggeführt würde. Die Ausdünstung aus der Oberfläche, und die erkältende Kraft der Luft sind die vorzüglichsten Ursachen, welche dieser Anhäufung vorbeugen. Und diese werden wechselsweise auf eine solche Art vermehrt und vermindert, daß eine gleiche Wirkung erfolgt. Wenn die erkältende Kraft der Luft durch die Sommerwärme vermindert wird, so nimmt die Ausdünstung von der Oberfläche des Körpers an Menge zu, und wenn im Gegentheil die erkältende Kraft der Luft durch die Kälte zur Winterszeit verstärkt wird, so nimmt die Ausdünstung von der Oberfläche verhältnißmäßig ab. — Von dem Einfluß dieser Ursache, auf die Unterhaltung der Gleichheit der Wärme in den Thieren, hat mich zuerst mein gelehrter Freund, Herr Cleghorn, benachrichtigt.

3) Unter verschiedenen Thieren sind diejenigen die wärmsten, welche, im Verhältniß zu ihrer Größe, die größte Menge Luft einathmen; und bei demselben Thiere steht der Grad der Wärme einiger

germaßen mit der in einer gegebenen Zeit eingeathmeten Luft im Verhältniß.

Diese Verschiedenheiten scheinen die nothwendige Folge der allgemeinen Thatsache, daß die Wärme der athmenden Thiere aus der Luft herkommt, zu seyn. Denn wenn die thierische Wärme von einer Veränderung abhängt, welche die Luft in den Lungen erleidet, so ist offenbar, daß, wenn alle andere Umstände gleich sind, die hervorgebrachte Wärme um so größer seyn müsse, je größer die Menge Luft ist, welche in einer gegebenen Zeit umgeändert wird.

Wenn man sich Bewegung macht, so geht das Blut, durch die Wirkung der Muskeln, in größerer Menge, als sonst gewöhnlich ist, aus den Gliedmaßen zu dem rechten Herzohr zurück, und durch die Wirkung des Herzens wird es in die Lungen getrieben. Das Athmen wird beschleunigt, und der Kreislauf geht geschwinder, als sonst, vor sich; folglich findet sowohl in Ansehung der Menge des los gemachten Phlogistons, als in Hinsicht auf die Menge der eingeschluckten Wärme, eine verhältnißmäßige Vermehrung statt.

Bei Fieberkranken geht vor den Anfällen von Kälte, eine Mattigkeit, eine Schwäche, und eine Verminderung der Wirkung des Herzens und der Schlagadern vorher. Das Athemholen ist kurz, und der Puls schwächer, als im natürlichen Zustande — die Menge Blut, welche in einer gegebenen Zeit durch die Lungen geht, hat eine Verminderung erlitten — und es wird also weniger Phlogiston vom Blut entbunden, und folglich auch weniger Wärme von der Luft abgesondert werden.

Wäh-

Während daß die Kälte bei solchen Kranken fortdauert, entsteht auf der Oberfläche des Körpers ein Krampf *); durch die Zusammenziehung der Gefäße auf der Oberfläche wird das Blut nach dem Herzen getrieben, dieses wird zu öftern und stärkern Zusammenziehungen gereizt; die Bewegung des Bluts durch die Lungen nimmt an Geschwindigkeit zu — das Athemholen wird beschleunigt, und daher wird eine größere Menge Wärme verschluckt werden.

Wir können hier die Bemerkung machen, daß die Verschluckung der Wärme, und die beschleunigte Bewegung des Bluts durch die Lungen auf eine solche Art in einander und gegen einander wirken, daß die Wärme eine ununterbrochene Neigung haben wird, sich zu vermehren. Denn die beschleunigte Bewegung des Bluts giebt zu einer größeren Verschluckung der Wärme Gelegenheit, und die vermehrte Verschluckung der Wärme wird, indem sie das Herz und die Schlagadern reizt und zu öftern und stärkern Zusammenziehungen nöthigt, wieder die Bewegung des Blutes beschleunigen, durch welche denn ferner die Einsaugung vermehrt wird. Und also muß die Wärme so lange angehäuft werden, bis ihr durch die Kraft einer andern Ursache entgegengewirkt wird. Aus der plözlichen Verminderung der Schwere des Körpers bei Fieberkranken, ungeachtet eine Menge wässerige Flüssigkeiten in denselben gebracht, und die Absonderung des Urins unterbrochen wird, erhellt, daß bei solchen Personen, während des Zeitraums der Hitze, eine sehr starke Ausdünstung von der Oberfläche statt findet; wir

*) M. s. Herrn Cullen's Anfangsgründe der praktischen Heilkunde.

wir können also schließen, daß dies eins der Mittel ist, deren sich die Natur darzu bedient, um die Wärme zu mäßigen, und die Heftigkeit der Krankheit zu mildern.

Eine andere Ursache, die der Anhäufung der Hitze zuvorkommt, ist die erkältende Kraft der äusserlichen Luft. Ich habe bereits angemerkt, daß die Mengen von Wärme, die ein Körper in einer gegebenen Zeit verloren hat, mit dem Uiberschuß der Wärme desselben über die des umgebenden Mediums im Verhältniß stehen.

Wenn also die empfindliche Wärme des Körpers zunimmt, während daß die Temperatur der Luft dieselbe bleibt, so werden die Mengen von Wärme, die durch die leztere hinweggeführt worden sind, verhältnißmäßig zugenommen haben.

In faulen Fiebern hat sich zu der beschleunigten Bewegung des Blutes durch die Lungen noch eine faulige Verderbniß des Systems gesellt, zufolge welcher die durch das Athmen eingehauchte Luft weit häufiger mit Phlogiston vers hen wird, als im gesunden Zustande des Körpers. Wenn, in dem leztern Fall, die Luft, welche in die Lungen aufgenommen worden ist, vollkommen mit Phlogiston gesättigt wär, so würde die von derselben abgesonderte Menge Wärme immer der in einer gegebenen Zeit eingehauchten Menge Wärme angemessen seyn. Allein aus dem Versuche erhellt, daß die Luft, welche von einem gesunden Thiere ausgeathmet wird, nicht vollkommen mit Phlogiston gesättigt ist. Sie ist geschickt, mittelst des Salpetergas noch weiter vermindert zu werden, und nicht mehr als der achte Theil derselben besteht aus fixer Luft. Die Menge

ge Wärme also, die von der Luft bei dem Athemholen abgesondert wird, wird theils mit der Menge der eingeathmeten Luft, und theils mit der vom Blute in einer gegebenen Zeit los gemachten Menge Phlogiston im Verhältniß stehen.

In solchen Fiebern, die von einer fauligen Art sind, in welchen also die festen und flüssigen Theile des Systems sich in einem Zustand der Fäulniß befinden, und folglich auch ihr Phlogiston mit minderer Kraft zurückhalten, wird eine größere Menge dieses Grundstoffs aus den Lungen entbunden werden; die Luft wird bei dem Athmen häufiger damit versehen, und daher dem Blute eine größere Menge der absoluten Wärme derselben mitgetheilt werden. Diesen Ursachen muß man es wahrscheinlich zuschreiben, daß die Wärme des menschlichen Körpers im gesunden Zustande nie so sehr zunimmt, als bei solchen Kranken, die an Faulfiebern darnieder liegen.

4) Eine örtliche Entzündung ist mit einer Röthe, mit Geschwulst und ungewöhnlicher Wärme vergesellschaftet *). Aus dem Klopfen der Gefäße und aus mikroskopischen Beobachtungen erhellt, daß die Bewegung des Blutes im entzündeten Theile geschwinder vor sich geht, als sonst, und es ist offenbar, daß durch die heftige Gegenwirkung, und durch die Stockung der wässerigen Feuchtigkeit, welche sich zuweilen in das angränzende Zellgewebe ergossen hat, eine Neigung zur Fäulniß hervorgebracht werden muß. Es ist bereits angemerkt worden, daß das arteriöse Blut eine starke anziehende Kraft zum Phlo-

*) M. s. Herrn Cullen's Anfangsgründe der praktischen Heilkunde.

Phlogiston besizt, und daß es durch die Vereinigung mit diesem Grundstoff, während des Kreislaufs, genöthigt wird, die Hitze, welche es in den Lungen angenommen hat, von sich zu geben. Bei den Thieren, die sich im Zustande der Gesundheit befinden, ist zwischen der Geschwindigkeit, mit welcher sich das Blut durch die verschiedenen Theile des Systems bewegt, und zwischen den Mengen von Phlogiston, mit welchen es in diesen Theilen versehen wird, eine solche Gleichheit, daß sich die Wärme gleichförmig über das Ganze verbreitet. Wenn aber durch irgend eine Unregelmäßigkeit, das Gleichgewicht in Unordnung kommt, wenn, durch die vermehrte Wirkung der Gefäße, das Blut mit größerer Heftigkeit, als sonst gewöhnlich ist, durch einen besondern Theil bewegt, oder, vermöge einer stärkern Neigung zur Fäulniß, häufiger mit Phlogiston versehen wird, so ist offenbar, daß, in einer gegebenen Zeit, eine größere Menge von Wärme in jenem Theile losgetrennt werden wird. Diese Wärme wird die Gefäße zu öftern und stärkern Zusammenziehungen reizen, wodurch die Bewegung des Bluts noch mehr beschleunigt, und die hieraus erfolgende Entbindung der Wärme vermehrt werden wird. Auf diesen Grundsatz können wir wahrscheinlich Rüksicht nehmen, wenn wir die Wärme eines besondern Theils, die durch örtliche Entzündungen verursacht wird, und die, welche bei hektischen Personen, und in Nervenkrankheiten entsteht, erklären wollen.

Es wird sich in der Folge ergeben, daß die Wärme in örtlichen Entzündungen, durch die geschwindere Bewegung des Bluts durch den entzündeten Theil, auf die nämliche Art angehäuft wird, wie über brennenden Körpern, wenn man einen Strom frische Luft in das Feuer leitet.

Von

Von den vorzüglichsten Erfahrungen, welche die Entzündung verbrennlicher Körper betreffen.

1) Wir haben bewiesen, daß die empfindliche Wärme, die man bei der Verbrennung bemerkt, von der Luft herkommt, und von der Trennung der absoluten Wärme von diesem Element, mittelst der Wirkung des Phlogistons, abhängt. Hieraus ist offenbar, daß, wenn die Luft, mit welcher ein entzündeter Körper umgeben ist, mit Phlogiston gesättigt, und des größten Theils ihrer absoluten Wärme beraubt worden ist, die Quelle der Entzündung erschöpft, und die Flamme nothwendig verloschen seyn wird. Dies erklärt die Ursache, warum bei der Verbrennung eines Körpers sowohl, als zur Unterhaltung des thierischen Lebens, der ununterbrochene Zutritt der frischen Luft nothwendig ist.

2) Es ist, den Versuchen des Herrn D. Priestley zufolge, höchst wahrscheinlich, daß die dephlogistisirte Luft weniger Phlogiston enthält, als alle andere Luftarten; und dieser Schluß wird, glaub' ich, durch Vergleichung der Entdeckungen dieses Naturforschers mit den oben erzählten Versuchen, noch mehr bestätigt werden.

Die Substanzen, aus welchen dephlogistisirte Luft erhalten wird, besitzen entweder in ihrem natürlichen Zustande sehr wenig Phlogiston, oder sie sind von einer solchen Art, daß der größte Theil ihres Phlogistons, durch die Kraft des Feuers und durch die Wirkung der Salpetersäure, davon abgesondert wird.

Wir haben gesehen, daß das Phlogiston die absolute Hitze der Körper vermindert, daß die de-

phlogistisirte Luft im Uiberfluß mit absoluter Hitze versehen ist, daß ferner, wenn eine gewisse Menge Phlogiston zu dieser Gasart hinzugesezt, und sie in den Zustand gebracht wird, daß sie der gemeinen Luft ähnlich ist, die absolute Wärme derselben verhältnißmäßig vermindert wird, und daß sie, wenn eine noch größere Menge Phlogiston damit vereinigt, und sie so in fixe oder phlogistisirte Luft verwandelt wird, ihrer absoluten Wärme großentheils beraubt worden ist. Aus allen diesem erhellt, daß die dephlogistisirte Luft viel absolute Wärme und wenig Phlogiston enthält. Da die empfindliche Wärme, welche durch die Verbrennung hervorgebracht wird, von der Absonderung der absoluten Wärme von der Luft, durch die Wirkung des Phlogistons, abhängt, so ist offenbar, daß, je kleiner die Menge Phlogiston, und folglich je größer die Menge absolute Wärme ist, die eine Luftart enthält, diese desto länger zur Unterhaltung einer Flamme sowohl, als des thierischen Lebens, beitragen muß. Aus dem 1 und 10 Versuche (Satz 1. Abschn. 2) erhellt, daß die dephlogistisirte Luft beinahe 5 mal mehr absolute Wärme enthält, als die gemeine Luft, und diese Erfahrung stimmt mit jener Folgerung überein. Auch hat Herr D. Priestley gezeigt, daß durch die Verwandlung der dephlogistisirten Luft in festes und phlogistisirtes Gas eine 5 mal größere empfindliche Wärme hervorgebracht wird, als durch die Verwandlung der gemeinen Luft; denn ein Licht wird in der erstern 5 mal länger brennen, als in der leztern. Hierzu kommt noch, daß es in jener mit einer sich mehr ausbreitenden und lebhaftern Flamme brennt, als in dieser, und daß, so wie sich die Menge des Phlogistons vermehrt, die Ausbreitung und Lebhaftigkeit der Flamme abnimmt, bis endlich die Luft mit

diesem

diesem Grundstoff gesättigt, und die Flamme verlöscht wird.

3) Da die empfindliche Wärme, die bei der Verbrennung beobachtet wird, von einer in der Luft, durch das brennbare Wesen, das vom entzündlichen Körper abgesondert wird, hervorgebrachte Veränderung, abhängt, so ist einleuchtend, daß (wenn alle andere Umstände gleich sind,) die Heftigkeit der Wärme mit der Menge Luft, welche in einer gegebenen Zeit verändert wird, im Verhältniß stehen muß, und die Wärme kann also zu einem sehr hohen Grade gebracht werden, wenn mittelst eines Blasebalgs, oder durch ein Löthrohr ein neuer Luftstrom zu dem brennenden Körper geleitet wird.

Wir haben gefunden, daß, durch die Verwandlung der atmosphärischen Luft in fixes Gas, eine Menge Wärme entwickelt wird, welche hinreichen würde, die so veränderte Luft mehr denn 12 mal wärmer zu machen, als das rothglühende Eisen ist. Und in der That, der durch die Entzündung verbrennlicher Körper erregte Grad von Wärme würde nicht geringer seyn, als dieser, wenn das so herausgetriebene Feuer sich an die fixe Luft allein anhieng, und in demselben Zustande der Concentration blieb, in welchem es zuerst von der atmosphärischen Luft abgesondert wird.

Da aber die empfindliche Wärme immer sich gleichförmig zu verbreiten strebt, so wird sie sogleich von dem entzündeten Punkte hinweggehen, und sich über die umgebenden Körper ausbreiten; sie wird über dem brennenden Stoffe angehäuft, vom Dampfe eingeschluckt und der Atmosphäre mitgetheilt werden. Aus den Grundsätzen, die oben festgesetzt worden

 sind,

sind, erhellt deutlich, daß dieselbe Hitze, welche die feste Luft 13400 Grad wärmer macht, eine gleiche Menge atmosphärische Luft nur $\frac{1}{67}$ der 13400 Grad, oder 200 Grad erwärmen werde. Dies erklärt die Ursache, warum die Hitze in der Flamme eines Lichts so heftig, und in einer sehr kleinen Entfernung von der Flamme weit schwächer ist.

4) Ob es gleich höchst wahrscheinlich ist, daß alle Körper ihre Fähigkeiten, Wärme zu enthalten, verändern, je nachdem ihnen entweder Phlogiston zugesezt, oder von ihnen abgeschieden wird; so ist doch aus den oben erzählten Versuchen offenbar, daß der Grad der Veränderung in verschiedenen Körpern verschieden ist. Wir haben gesehen, daß sich die Fähigkeit des Eisenkalkes zu der des Eisens verhält, wie 3. 1 zu 1, ferner daß die Fähigkeit der Mennige zu der des Bleies wie 19. 9 zu 14. 7, die des Spießglanzkalks zu der des Spießglanzkönigs wie 11. 6 zu 3. 9, und die des arteriösen Bluts zu der des venösen wie $11\frac{1}{2}$ zu 10 ist.

Es erhellt auch aus dem Obigen, daß, um verschiedene Körper mit Phlogiston zu sättigen, verschiedene Mengen dieses Grundstoffs erfordert werden. Einige Metalle sind reichlicher damit versehen, als andere. Die Menge Phlogiston, welche nöthig ist, um die dephlogistisirte Luft zu sättigen, übertrift die bei weiten, welche zur Sättigung der gemeinen Luft erfordert wird, und diese verlangt, zu ihrer Sättigung, wieder eine größere Menge von diesem Grundstoff, als eine gleich schwere Portion Blut.

Aus diesen Thatsachen folgt, daß, wenn das Phlogiston von einem Körper zu einem andern übergeht, die Veränderungen, in Ansehung der Fä-

Fähigkeiten der Körper, Wärme zu enthalten, verschieden seyn, und ungleiche Mengen von Materie in einer gegebenen Zeit Veränderungen erleiden werden. So wird, bei dem Athemholen, das Phlogiston vom Blut abgesondert, und mit der Luft verbunden. Die Verminderung, welche durch diesen Proceß in der Fähigkeit der Luft, Wärme zu enthalten, hervorgebracht wird, ist größer, als die Verstärkung, welche in der Fähigkeit des Blutes statt findet; und da mehr Phlogiston zur Sättigung einer gegebenen Menge atmosphärischer Luft erfordert wird, als zur Sättigung einer gleich schweren Portion arteriöses Blut; so wird die Quantität von lezterm, die in einer gegebenen Zeit verändert wird, größer seyn, als die Quantität Luft.

Wenn zwei einander berührende Körper in einem und dem nämlichen Augenblick ihre Fähigkeiten, Wärme zu enthalten, vermehrt und vermindert haben, und wenn die Veränderungen von der Beschaffenheit sind, daß die ganze Wärme, die sich von dem einen Körper getrennt hat, von dem andern eingeschluckt worden ist, so wird keine empfindliche Wärme oder Kälte hervorgebracht werden.

Bevor ich zur Bestimmung der Fälle, in welchen dies statt findet, übergehe, will ich einen der vorzüglichsten Umstände, wodurch die empfindliche Wärme der Körper, ihre Fähigkeiten, Wärme zu enthalten, und ihre absolute Wärme, von einander unterschieden werden können, genau angeben.

Die Fähigkeit, Wärme zu enthalten, und die absolute Wärme der Körper, sind von einander, wie eine Kraft von dem Gegenstande, auf welchen sie wirkt, unterschieden. Wenn wir von der Fähigkeit reden, so verstehen wir dadurch eine in dem er-

wärm-

wärmten Körper befindliche Kraft, wenn wir aber uns des Worts absolute Wärme bedienen, so meinen wir einen unbekannten Grundstoff, welcher in dem Körper, durch die Wirkung dieser Kraft, enthalten ist, und wenn wir von der empfindlichen Wärme reden, so betrachten wir den unbekannten Grundstoff in so fern, in wie fern er gewisse Wirkungen in den Sinnen hervorbringt und auf den Wärmemesser äussert.

Die Fähigkeit, Wärme zu enthalten, kann unverändert dieselbe bleiben, während daß die absolute Wärme ohne Ende Veränderungen erleidet. Wenn wir, zum Beispiel, annehmen, daß ein Pfund Eis seine feste Beschaffenheit behält, so wird die Menge der absoluten Wärme desselben, bei jeder Vermehrung oder Verminderung seiner empfindlichen Wärme, verändert werden; allein so lange als es die nämliche Gestalt behält, wird die Fähigkeit desselben, Wärme anzunehmen, durch keine Veränderung der Temperatur vermindert oder vermehrt werden, sondern sie würde vielmehr völlig dieselbe bleiben, wenn schon der Körper seiner Wärme gänzlich beraubt worden wär.

Die Veränderungen, welche in den empfindlichen Wärmen verschiedener Körper, durch gegebene Quantitäten von absoluter Wärme, hervorgebracht werden, sind stärker oder schwächer, je nachdem der Körper, den man erwärmt, eine geringere oder größere Fähigkeit, Wärme zu enthalten, besizt. So ist bewiesen worden, daß, wenn eine solche Menge Hize zu einem Pfund Wasser gesezt wird, die hinreichend ist, eine Vermehrung in der Temperatur desselben = 1 hervorzubringen, dieselbe Menge Wärme, wenn man sie zu einem

Pfund

Pfund Spießglanz sezt, eine Vermehrung = 4 hervorbringen werde. Der Körper also, dessen Fähigkeit, Wärme zu enthalten, geringer ist, hat, durch den Zusaz einer gegebenen Menge absoluter Wärme seine Temperatur stärker vermehrt, als der, dessen Fähigkeit größer ist. Die empfindliche Wärme eines Körpers hängt folglich, theils von der Menge seiner absoluten Wärme, theils von der Natur des Körpers, worinn diese Wärme enthalten ist, ab, und deshalb kann die empfindliche Wärme entweder durch eine in der Natur des Körpers selbst bewirkte Veränderung, oder durch eine Veränderung in der Menge der absoluten Wärme desselben verändert werden. Wenn die Aenderung der empfindlichen Wärme von der ersten Ursache herrührt, so folgt, daß die empfindliche Wärme in demselben Körper geändert werden kann, obgleich die absolute Wärme immer dieselbe bleibt *).

Die folgenden Proportionen haben, in Ansehung der Fähigkeiten, der empfindlichen Wärme und der Quantitäten von absoluter Wärme statt.

Die Fähigkeiten der Körper, Wärme aufzunehmen, sind, als den Quantitäten von absoluter Wärme, die sie enthalten, wenn die Quantitäten von Materie gleich, und die Temperaturen dieselben sind, angemessen betrachtet. Wenn man also die empfindliche Wärme E, die Fähigkeit F und die absolute Wärme A nennt, und wenn die Mengen von Materie, und die empfindlichen Wärmen gegeben worden sind, so werden die Fähigkeiten wie die absoluten

*) M. s. die Beobachtungen, welche die fixe und atmosphärische Luft, und das venöse und arteriöse Blut betreffen S. 90.

soluten Wärmen seyn, oder, wenn E gegeben worden, so wird A wie F seyn. — Es ist bewiesen worden, daß in demselben Körper, wenn die Gestalt keine Veränderung erleidet, oder, mit andern Worten, wenn die Fähigkeit gegeben wird, die Menge der absoluten Wärme mit der empfindlichen im Verhältniß stehen wird; das ist, wenn F gegeben worden, so wird A wie E seyn. Wenn also E gegeben worden, so wird A wie F, und wenn F gegeben worden, so wird A wie E seyn; es folgt, daß, wenn keins von beiden gegeben worden, A wie E × F seyn wird. F wird also wie $\frac{A}{E}$ seyn, und wenn A gegeben worden, so wird F wechselsweise wie E seyn. Folglich, wenn die Fähigkeiten wechselsweise wie die empfindlichen Wärmen sind, so werden die Mengen der empfindlichen Wärme gleich seyn; wenn zum Beispiel die Fähigkeit des Spießglanzkalks zu der des Königs sich verhält wie 3 zu 1, und wenn die empfindliche Wärme des erstern mit der des leztern in dem Verhältniß wie 1 zu 3 steht, so werden der Kalk und der König gleiche Mengen von absoluter Wärme enthalten *).

Es ergiebt sich also, daß bei ungleichartigen Körpern, wenn die empfindlichen Wärmen verschieden sind, die Fähigkeiten verändert werden können, obschon die absolute Wärme dieselbe ist, und aus den angeführten Versuchen ist offenbar, daß bei solchen Körpern, wenn die Fähigkeiten verschieden sind, die absoluten Wärmen verändert werden können, obgleich die empfindliche Wärme dieselbe ist.

Die

*) Es ist hier angenommen, daß die empfindliche Wärme vom Punkt der gänzlichen Privation an gerechnet worden ist.

Die Fälle, in welchen, durch den Uibergang des Phlogistons von einem Körper zum andern, keine empfindliche Wärme oder Kälte hervorgebracht werden wird, können auf folgende Art bestimmt werden.

Erster Satz.

Man stelle sich 2 Körper A und B vor, welche ihre Fähigkeiten, Wärme zu enthalten, in einem und

dem nämlichen Augenblick verändert haben, so daß die Fähigkeit des Körpers A vermindert, und die des Körpers B vermehrt worden ist; man bezeichne die Fähigkeit des Körpers A, vor der Veränderung, mit C, und nach der Veränderung mit c, die Fähigkeit des Körpers B aber vor der Veränderung mit k, und nach der Veränderung mit K. Die Differenz der Fähigkeiten des Körpers A vor und nach der Veränderung wird dann C — c, und die Differenz der Fähigkeiten des Körpers B K — k seyn. Es ist gesagt worden, daß, wenn die in einer gegebenen Zeit veränderten Temperaturen und Quantitäten der Materie gleich sind, die Differenzen der Fähigkeiten wie die Differenzen der absoluten Wärmen seyn werden.

Denn die Fähigkeiten der Körper, Wärme aufzunehmen, werden, wie oben gesagt worden ist, durch die comparativen Mengen der absoluten Wärme, welche sie der Untersuchung zufolge enthalten, wenn die Quantitäten von Materie gleich und die Temperaturen dieselben sind, bestimmt. Da folglich die Temperatur und die Mengen von Materie in A

und

und B gleich sind, so werden die Fähigkeiten genau wie die absoluten Wärmen seyn. Wenn die absolute Wärme des Körpers A doppelt, oder dreimal, u. s. w. so groß ist, als die des Körpers B, so wird auch die Fähigkeit doppelt, oder dreimal, u. s. w. so groß seyn. Wenn wir also die absoluten Wärmen der Körper A und B vor der Veränderung H und p, und nach der Veränderung h und P nennen, so wird C : c :: H : h und durch die Umkehrung C — c : c :: H — h : h und aus dem nämlichen Grunde auch K — k : k :: P — p : p seyn. Allein weil die Mengen von Materie in A und B gleich sind, und man annimmt, daß die Körper vor und nach der Veränderung eine gleiche Temperatur haben, so wird c : k :: h : p seyn.

Wenn daher C — c : c : k : K — k und H — h : h : p : P — p ist, so kommt durch Gleichung C — c : K — k :: H — h : P — p. Das ist, die Differenzen der Fähigkeiten sind wie die Differenzen der absoluten Wärmen, wenn die Temperaturen und die Quantitäten von Materie gleich sind.

Zweiter Satz.

Wenn die Differenzen der Fähigkeiten gleich sind, so werden die Differenzen der absoluten Wärmen wie die Quantitäten der Materie seyn *).

Wenn,

*) Es ist in diesem und dem folgenden Satze angenommen, daß die Körper vor und nach der Veränderung zu einer und der nämlichen gewöhnlichen Temperatur gebracht worden sind.

Wenn, unter den nämlichen Umständen, wie oben, die Quantitäten der Materie in A und B gleich sind, so wird C — c : K — k : : H — h : P — p seyn.

Man setze, daß die Menge von Materie in A in irgend einer Proportion (wie in Nro. 3) vermehrt worden ist, und man nenne sie, nach der Vermehrung, T; man bezeichne ferner die absoluten Wärmen mit R und r, und die Mengen der Materie in A (oder B) und T mit q und Q; da nun die Fähigkeiten der Körper A und T gleich sind, so werden die absoluten Wärmen, vor der Veränderung, wie die Quantitäten der Materie seyn, folglich ist H : R : : q : Q. Aus der nämlichen Ursache werden die absoluten Wärmen, nach der Veränderung, wie die Quantitäten der Materie seyn, das ist, h : r : : q : Q. Folglich ist H : R : : h : r, und H : h : : R : r und H — h : h : : R — r : r, und H — h : R — r : : h : r. Allein es ist h : r : : q : Q, folglich auch H — h : R — r : : q : Q. Aber H — h ist P — p gleich, also P — p : R — r : : q : Q. Und daher werden die Differenzen der absoluten Wärmen wie die Quantitäten der Materie seyn, weil die Differenzen der Fähigkeiten gleich sind.

Dritter Satz.

Wenn die Differenzen der absoluten Wärmen gleich sind, so werden die Differenzen der Fähigkeiten wechselsweise wie die Quantitäten der Materie seyn.

Denn,

Denn, durch den ersten Satz ist bewiesen, daß, wenn die Mengen von Materie gegeben worden sind, sich die Differenzen der absoluten Wärmen genau wie die Differenzen der Fähigkeiten verhalten, und aus dem zweiten Satz weiß man, daß, wenn die Differenzen der Fähigkeiten gegeben worden sind, sich die Differenzen der absoluten Wärmen wie die Quantitäten der Materie verhalten; es folgt, daß, wenn weder die erstern, noch die leztern gegeben worden sind, sich die Differenzen der absoluten Wärmen wie die Differenzen der Fähigkeiten, in die Quantitäten der Materie multiplicirt, verhalten werden; das ist $H - h$ ist wie $C - c \times Q$; folglich wird $C - c$ wie $\frac{H - h}{Q}$ seyn, und wenn $H - h$ gegeben worden ist, so wird $C - c$ wechselsweise wie Q seyn; die Differenzen der Fähigkeiten werden also wechselsweise wie die Quantitäten von Materie seyn, wenn die Differenzen der absoluten Wärmen gleich sind.

Erster Zusatz. Es wird also erfordert, daß, um weder Wärme noch Kälte hervorzubringen, die Differenzen der Fähigkeiten wechselsweise wie die in einer gegebenen Zeit veränderten Mengen von Materie seyn müssen. Denn in diesem Fall werden, durch Umkehrung dieses Satzes, die Differenzen der absoluten Wärmen gleich seyn.

Zweiter Zusatz. (Man sehe die Figur; erster Satz.) Wenn also die Verminderung in der Fähigkeit des Körpers A mit der Vermehrung in der Fähigkeit des Körpers B in einem größern Verhältniß steht, als die Menge von Materie im Körper B zu der im Körper A, so wird die ganze Hitze, welche von

von A abgesondert worden ist, durch B nicht verschluckt werden, ein Theil derselben wird überflüssig da seyn, oder in bewegliche und empfindliche Hitze verwandelt werden.

Dritter Zusatz. Da die Differenzen der Fähigkeiten wechselsweise wie die Mengen von Materie sind, wenn die in einer gegebenen Zeit veränderten Mengen von Materie gleich sind, so werden die Differenzen der Fähigkeiten gleich seyn.

Vierter Zusatz. (Man sehe die Figur; erster Satz.) Wenn die veränderten Mengen von Materie gleich sind, und wenn die Wärme des Körpers A, nach der Veränderung, der des Körpers B, vor der Veränderung, gleich ist, das ist, wenn h = p, so wird, um weder Wärme noch Kälte hervorzubringen, erfordert, daß P = H; denn in diesem Fall ist H — h = P — p.

Fünfter Zusatz. Wenn, diese Umstände als dieselben angenommen, h kleiner ist als p, so muß dann P größer seyn als H, und P wird H + p — h gleich seyn. Denn in diesem Fall wird H — h P — p gleich seyn.

Sechster Zusatz. Wenn h größer ist, als p, so muß P kleiner seyn als H, und P wird H — h — p gleich seyn. Denn wenn man h — p von H abzieht, so hat man H — h + p = P, und folglich ist P — p = H — h.

Die im ersten Zusatz erwähnte Regel findet bei der Abscheidung der Wärme von der Luft, und bei der Verschluckung derselben vom Blute, beim Athemholen, statt. Denn da die empfindliche Wärme in den Lungen nicht größer ist, als in den andern Theilen

ten des Körpers, so ist offenbar, daß die ganze Wärme, welche von der Luft abgesondert worden ist, verschluckt worden seyn muß. Und folglich sind die durch den Uibergang des Phlogistons vom Blute zur Luft hervorgebrachten Veränderungen von einer solchen Art, daß sich die Differenz der Fähigkeiten des venösen und arteriösen Bluts zur Differenz der Fähigkeiten der festen und atmosphärischen Luft verhält, wie die Menge der in einer gegebenen Zeit veränderten Luft zur Menge des Bluts; in diesem Falle wird, zufolge des obigen Zusatzes, kein Theil der Wärme überflüssig werden. Die entgegengesezten Veränderungen also, welche die Luft und das Blut in den Lungen erleiden, stehen genau mit einander im Gleichgewicht; denn da die Menge Blut, welche durch das Athmen in einer gegebenen Zeit geändert wird, viel größer ist, als die der Luft, so ist auch die Veränderung, welche während dieses Processes in der Luft hervorgebracht wird, verhältnißmäßig größer, als die, welche im Blute bewirket wird.

Die im zweiten Zusatz angegebene Regel ist auf die während des Kreislaufs des Bluts hervorgebrachte empfindliche Wärme, und auch auf die Hitze, welche bei der Entzündung verbrennlicher Körper erzeugt wird, anwendbar. Da wir, zum Beispiel, finden, daß ein Theil der Wärme, welche vom Blute abgeschieden wird, beim Fortgang durch das System überflüssig wird, so können wir schliessen, daß die Verminderung in der Fähigkeit des Blutes mit der Vermehrung in der Fähigkeit derjenigen Theile des Körpers, von welchen es das Phlogiston erhält, in einem größern Verhältniß steht, als die Menge der Materie in den leztern mit der in dem erstern; in diesem Fall wird nicht die ganze

Hitze, die vom Blut abgesondert worden ist, verschluckt worden seyn; ein Theil derselben wird in bewegliche und empfindliche Wärme verwandelt werden.

Daß aber diese Regel auch auf die Entzündung verbrennlicher Körper anwendbar ist, erhellt aus folgenden Versuchen und Beobachtungen.

Bei der Verbrennung eines Oels wird das brennbare Wesen von dem Stoffe, mit dem es zuerst verbunden war, abgesondert und mit der Luft verbunden. — Die Luft wird in mephitisches und phlogistisirtes Gas, und das Oel in einen Dunst verwandelt. Mittelst dieses Processes wird die Fähigkeit der Luft, Wärme zu enthalten, vermindert, und die des Oels vermehrt, und daher folgt aus dem ersten und dritten Zusatz, daß, wenn bei der Entzündung eines Oels, gleiche Mengen von Luft und Oel in einer gegebenen Zeit Veränderungen erlitten hätten, und wenn die Differenz der Fähigkeiten des Oels und des Oeldampfes der Differenz der Fähigkeiten des mephitischen Gas und der atmosphärischen Luft gleich wär, daß, sage ich, die ganze von der Luft abgesonderte Wärme durch den Dunst verschluckt werden würde.

Die Differenz der Fähigkeiten der fixen und atmosphärischen Luft ist 66; die Fähigkeit des Oels verhält sich zu der der festen Luft beinahe wie 3 zu 1, und, wenn die ganze aus der Luft abgesonderte Wärme verschluckt worden wär, und wenn die in einer gegebenen Zeit veränderten Mengen von Luft und Oel gleich wären, so würde daher die Fähigkeit des Oeldunstes 67 + 3 — 1 gleich seyn; sie würde sich zur Fähigkeit der atmosphärischen Luft wie 69 zu 67 verhalten. Wir haben aber aus den obigen Versuchen gesehen, daß eine Pinte atmosphärische Luft

einer Pinte Wasser einen Grad Hitze mittheilt, indem die Differenz der Temperatur 50 ist, und daß, unter den nämlichen Umständen, die Menge von empfindlicher Wärme, die durch eine Pinte Dunst, der mittelst der Entzündung eines Oels hervorgebracht worden war, so gering ist, daß sie durch Thermometer keinesweges gemessen werden kann.

Auf der andern Seite, wenn man annimmt, daß die atmosphärische Luft eine größere Fähigkeit, Wärme zu enthalten, besitzt, als der Dunst des Oels, so würde, wenn die Menge des in einer gegebenen Zeit veränderten Oels verhältnißmäßig grösser wär, als die der Luft, in diesem Fall die ganze aus der Luft abgesonderte Wärme eingeschluckt werden; dies ergiebt sich aus dem dritten Satz.

Die comparativen Quantitäten der Luft und des Oels, die durch die Verbrennung in einer gegebenen Zeit verändert werden, lassen sich auf folgende Art bestimmen.

Ein beinahe 3 Unzen wiegendes brennendes Licht, dessen Docht ziemlich groß war, verlor, der Erfahrung zufolge, in 24 Minuten $\frac{1}{4}$ Unze, oder in einer Minute 5 Gran. Da nun ein Licht in einer Minute eine Gallone Luft verzehrt, und da der achte Theil derselben aus mephitischem Gas besteht, so folgt, daß, durch das Brennen eines Lichts, ungefähr 8 Gran feste Luft in der Minute werden hervorgebracht werden. Hieraus erhellt, daß die Menge der in einer gegebenen Zeit veränderten Luft viel größer ist, als die des Oels; es ist auch schon erwiesen worden, daß die Verminderung in der Fähigkeit der Luft, Wärme zu enthalten, ebenfalls größer ist, als die Zunahme in der Fähigkeit des Oels; wir können also den Schluß machen, daß nur ein kleiner Theil der von der Luft abgesonderten Wärme verschluckt werden

den wird, der Uiberrest aber wird in empfindliche Wärme verwandelt werden.

Um diese Sache in ein anderes Licht zu setzen, will ich noch folgendes anführen: Wenn, während der Entzündung des Oels, die ganze von der Luft abgesonderte Wärme durch den Dampf eingesaugt würde, so würde hieraus folgen, daß der mit dem mephitischen und phlogistischen Gas, (welches durch die Entzündung eines Grans Oel hervorgebracht wird,) vermischte ölige Dampf eben so viel absolute Wärme enthalten würde, als eine gleiche Menge atmosphärische, mit einem Gran Oel, vermischte Luft. Nun ist aber sehr wohl bekannt, daß, wenn ein Licht in der Luft ausbrennt, die ganze Masse von fixer und phlogistisirter Luft und von öligem Dunst in einem kleinern Raum enthalten ist, als die atmosphärische Luft vor der Entzündung; und dennoch erhellt aus dem 1 und 6 Versuch (1 Satz, 2 Abschn.), daß eine Pinte von dieser Zusammensetzung weit weniger absolute Wärme enthält, als eine Pinte atmosphärische Luft.

Ich habe verschiedene Experimente in der Absicht angestellt, um die Menge Luft, welche durch die Kalcination des Eisens phlogistisirt wird, zu bestimmen, und ich habe Grund zu glauben, daß sie zum wenigsten der Menge des kalcinirten Metalls gleich ist; hieraus können wir die durch diesen Proceß hervorgebrachte Wärme berechnen.

Die Fähigkeit der atmosphärischen Luft verhält sich zu der des mephitischen Gas, wie 67 zu 1, oder wie 147. 4 zu 2. 2. Die Fähigkeit des mephitischen Gas verhält sich zu der des Eisens fast wie 2.2 zu 1,

und die Fähigkeit des Eisenkalks verhält sich zu der des Eisens beinahe wie 2. 5 zu 1.

Nennt man also die Fähigkeit der atmosphärischen Luft 147. 4, und die des mephitischen Gas 2. 2; so erhellt aus dem sechsten Zusatz (dritter Satz), daß, wenn alle von der Luft abgesonderte Wärme vom Kalk eingesaugt worden wär, die Fähigkeit des Kalks 147. 4 — 2. 2 — 1 = 146. 2 gleich seyn würde. Die Wärme des Kalks würde folglich zu der des Metalls seyn wie 146. 2 zu 1; aber sie ist wie 2. 5 zu 1, und also ist die Wärme, welche während der Kalcination des Eisens überflüssig wird, zur ursprünglichen Wärme des Eisens wie 143. 7 zu 1, und zu der des Kalks verhält sie sich wie 143. 7 zu 2. 5, oder wie 57. 4 zu 1.

Es ist vorher gezeigt worden, daß die Körper, wenn sie sich in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre befinden, wenigstens 200 Grad Wärme enthalten. Während der Entzündung des Eisens wird also eine Menge Wärme überflüssig, die hinreichend seyn würde, die Hitze des Kalks um 200 Grad, durch 57. 4 multiplicirt, oder 11480 Grad zu erhöhen. Und hieraus kann man auf die Wärme schließen, die dann hervorgebracht wird, wenn man mit einem Stahle an einen Kieselstein schlägt. Ein Metalltheilchen wird durch die Kraft des Steins abgetrennt, das brennbare Wesen wird von diesem Theilchen abgeschieden, und es steht der Verbindung desselben mit der Luft nichts im Wege, folglich wird eine Menge Feuer von der leztern los gemacht, und die Wärme, welche während dieses Processes entsteht, ist so heftig, daß das abgetrennte metallische Theilchen in Glas verwandelt wird.

Im

Im Ganzen genommen, haben wir hinlänglichen Grund, zu schließen, daß die Wärme bei der Verbrennung, überhaupt von der Absonderung des Feuers von der Luft, durch die Wirkung des Phlogistons, abhängt, daß ein Theil dieses Feuers von dem Körper, welcher im Zustand der Entzündung ist, verschluckt wird, und daß der Rest überflüssig, oder in empfindliche Wärme verwandelt wird. Es folgt also, daß die Menge Feuer, welche von der Luft abgesondert wird, mit der Menge Phlogiston, welche in einer gegebenen Zeit damit verbunden wird, im Verhältniß steht; und der Grad von empfindlicher Wärme, welcher bewirkt wird, wird größer oder kleiner seyn, je nachdem eine kleinere oder grössere Menge dieses Feuers von dem Körper, welcher das Phlogiston von sich giebt, verschluckt wird.

Bei der Entzündung des höchstverstärkten Weingeistes und des Schwefels wird eine große Menge Feuer, welches aus der Luft entbunden wird, von dem wässerigen und schwefeligen Dampf eingesaugt, und deswegen brennt der höchstverstärkte Weingeist sowohl, als der Schwefel mit einer blassen und schwachen Flamme. Auf der andern Seite brennen diejenigen entzündlichen Körper, die nur wenig Dämpfe erzeugen, oder die einen Dampf hervorbringen, der nur wenig Wärme verschlucken kann, wie zum Beispiel die Erdkohle, das Oel, das Wachs, der Phosphorus, mit einer starken und lebhaften Flamme; denn in diesen Fällen wird ein großer Theil des Feuers, welches durch die Luft hervorgebracht wird, in empfindliche Wärme verwandelt.

Auf diese Art habe ich mich bemüht, aus dem allgemeinen Grundsatz, daß die Fähigkeiten der Körper, Wärme zu enthalten, durch den Zusatz des

brennbaren Wesens vermindert, und durch die Abscheidung desselben vermehrt werden, die Erscheinungen, welche die Verbrennung und die thierische Wärme betreffen, zu erläutern.

Aus diesem Grundsaz können, ausser den bereits erwähnten Erscheinungen, noch verschiedene andere erklärt werden.

Wenn Salpetersäure mit Terpentinöl vermischt wird, so wird das Phlogiston vom Oele abgesondert, und mit der Säure verbunden, die leztere wird genöthigt, einen Theil ihrer absoluten Wärme von sich zu geben, die zum Theil von der Grundmaterie (basis) des Oels eingeschluckt, zum Theil aber überflüssig, oder in empfindliche Wärme verwandelt wird. — Wenn die empfindliche Wärme bis zu einem gewissen Grade verstärkt wird, so wird das Phlogiston plözlich mit der Luft verbunden werden, und hierauf wird eine große Menge Feuer ausgetrieben werden, und die ganze Masse wird mit einer lebhaften Flamme und heftigen Hitze abbrennen.

Es ist wahrscheinlich, daß der Dampf der reinen Salpetersäure eben so viel absolute Wärme enthält, als die atmosphärische Luft; denn das Vermögen der erstern, die Flamme zu unterhalten, ist beinahe so groß, als das des leztern. Bei der Verpuffung des Salpeters wird die Säure in Dampf verwandelt; da dieser in demselben Augenblick mit dem brennbaren Wesen der Kohle verbunden wird, so wird sogleich das Feuer los gemacht, eine elastische Flüssigkeit plözlich sehr ausgedehnt, und ein Knall bewirkt.

Der sinnreiche Herr Bewly hat von der freiwilligen Entzündung des Phosphors folgende Erklärung gegeben. Er sezt mit Herrn Priestley voraus, daß die atmosphärische Luft etwas Salpetersäure, als einen Bestandtheil, enthält, und nachdem er die Anmerkung gemacht hat, daß bei der plözlichen Verbindung des Phlogistons mit dieser Säure eine starke Hitze entsteht, folgert er, daß das brennbare Wesen im Stande ist, die Luft zu zersetzen, und daß, durch die Vereinigung des Phlogistons mit der Luftsäure, ein Grad von Hitze hervorgebracht wird, der den Phosphorus zu entzünden hinreicht.

Die oben erzählten Versuche scheinen zu beweisen, was Herr Bewly vorausgesezt hat, daß die Hervorbringung der Wärme eine nothwendige Folge der Verbindung des Phlogistons mit der Luft ist. Allein diese Versuche scheinen noch mehr zu erkennen zu geben, daß diese Wärme von der Abtrennung einer Menge Feuer abhängt, das, als ein Bestandtheil, in der Luft enthalten war, und bei der Verbrennung, durch die Wirkung des Phlogistons, von derselben entbunden worden ist.

Herr D. Priestley hat gezeigt, daß die elektrische Flüssigkeit geschickt ist, der atmosphärischen Luft Phlogiston mitzutheilen, und sie in mephitisches und phlogistisirtes Gas zu verwandeln. Diese Thatsache erklärt, warum durch den elektrischen Funken Wärme erzeugt wird.

Wenn plözlich eine große Menge elektrische Materie aus einer Wolke oder aus der Erde entbunden wird, so wird sie eine verhältnißmäßige Menge Feuer, bei ihrem Durchgange durch die Luft, los machen, und hieraus kann man das plözliche Steigen des Wärme-

memessers während der Zeit, zu welcher es donnert und blizt, erklären.

Man hat durch Versuche gefunden, daß die Erscheinungen, die bei Erdbeben statt finden, mittelst einer Mischung aus Eisenfeilspähnen und Schwefel, die mit Wasser zu einem Teige gemacht und in die Erde vergraben worden ist, nachgeahmt werden können. Kann vielleicht die so hervorgebrachte Wärme auf folgende Art erklärt werden?

Die anziehende Kraft des Phlogistons gegen die Säure des Schwefels wird beides durch die Anziehung des Eisens zu dieser Säure und durch die des Wassers vermindert werden. Bei dem Grade von Hitze, welcher zur Entzündung des Schwefels nothwendig ist, ist die atmosphärische Luft im Stande, das Phlogiston von der Vitriolsäure abzusondern; ist es nun nicht wahrscheinlich, daß sie, unter dem Beistand des Eisens und des Wassers, geschickt seyn kann, diese Wirkung in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre hervorzubringen? Wenn dies der Fall ist, so folgt, daß der Schwefel durch die Wirkung der Luft, welche durch die Substanz der Erde verbreitet ist, auf das Phlogiston des Schwefels und durch die Wirkung des Eisens und Wassers auf die Säure, zersezt werden wird; die Luft wird sich mit dem Phlogiston und das Eisen mit der Säure vereinigen; eine Menge Feuer wird von der erstern und eine entzündliche elastische Flüssigkeit von dem leztern losgetrennt werden, und daher wird eine Bewegung entstehen, die mit krachendem Getöse und mit hervorbrechenden Feuerflammen verbunden ist, die ganz den Erscheinungen gleichen, die bei Erdbeben beobachtet werden.

Kann

Kann nicht, zufolge der Veränderungen, die in den Eingeweiden der Erde statt finden, eine ähnliche Mischung von schwefeligen und metallischen Körpern hervorgebracht werden? Können nicht diese Körper mit dem Wasser und der atmosphärischen Luft, welche durch die Substanz der Erde verbreitet sind, oder sich in den Hölen unter der Oberfläche derselben aufhalten, in Berührung gebracht werden? Kann nicht der Schwefel durch die Wirkung der Luft auf das Phlogiston, und des Wassers und der metallischen Theile auf die Säure, zerlegt werden, wie dies bei der Mischung aus Eisenfeilspähnen und Schwefel erfolgt? In diesem Fall wird eine Quantität Feuer los gemacht, und ein elastischer Dampf erzeugt werden; dieser wird, mittelst seiner plözlichen Ausdehnung, eine Bewegung in den Eingeweiden der Erde hervorbringen, und endlich seinen Weg durch die Schichten der Erde fortsetzen.

Wenn sich viel verbrennliche Materie in den Gegenden, wo unterirdische Feuer entstanden sind, aufhält, und wenn diese Materie mit atmosphärischer Luft, oder mit solchen Substanzen vermischt ist, welche, durch Anwendung der Wärme, eine Flüssigkeit hervorbringen, die die Flamme zu unterhalten im Stande ist; so kann die Entzündung bis zu einem bewundernswürdigen Grade vermehrt werden, und die verdünnten Dünste können, bei ihrem Aufsteigen, eine große Menge geglüheter Materialien, die an Phlogiston einen Uiberfluß haben, mit sich nehmen, durch deren Ausbreitung das Phlogiston los gemacht, und die Flamme durch einen großen Raum in der Luft ausgedehnt werden kann.

Auf diese Art können wir wahrscheinlich die Entstehung der Vulkane, jener fürchterlichen Beispiele

spiele von Entzündungen, welche uns die Natur im Mineralreiche sehen läßt, erklären *).

Es erhellt im Ganzen, daß verschiedene wichtige Erscheinungen, die im Universum beobachtet werden, Folgen wechselseitiger entgegengesezter Wirkungen des Phlogistons und des Feuers sind.

Unter dem Beistand der Wärme und der Feuchtigkeit werden aus den Grundstoffen der Erde, der Luft und des Wassers, und durch die Wirkung des Sonnenlichts, Vegetabilien ausgearbeitet; die Stoffe, aus welchen das Pflanzenreich zusammengesezt ist, sind mit Phlogiston innig verbunden, und müssen einen Theil ihrer absoluten Wärme von sich geben. Bei der Verbrennung wird das Phlogiston von seiner vegetabilischen Grundmaterie getrennt, und mit der Luft verbunden; und auf diese Art werden jene künstlichen Feuer unterhalten, die zu verschiedenen Geschäften und Absichten so unumgänglich nothwendig sind. Auf gleiche Art wird, durch die Kräfte der thierischen Wärme, das Phlogiston vom Blute getrennt und durch das Athmen los gemacht, und vermöge dieser Handlung wird eine Menge Feuer aus der Luft abgeschieden, und Wärme dem Thierreiche mitgetheilt.

Die Luft, welche durch die Verbrennung und durch das Athmen verdorben worden war, wird durch das Wachsen der Pflanzen wieder gereinigt **); und

*) Die Wärme, welche mittelst der Gährung und der Fäulniß hervorgebracht wird, läßt sich, wie es scheint, aus dieser Theorie leicht erklären.

**) M. s. Herrn D. Priestley's Versuche und Beobachtungen über die Luft.

und wenn diese Wirkung durch die Abscheidung des Phlogistons verursacht wird, so folgt, daß die Vegetation der Luft die Wärme wieder ersetzen wird, welche bei dem Athmen und bei der Verbrennung von derselben los getrennt worden ist; und so werden die Grundstoffe des Phlogistons und des Feuers, mittelst der atmosphärischen Luft, ohne Unterlaß durch das Thier- und Pflanzenreich zirkuliren.

Es wird hier nicht am unrechten Orte seyn, die Anmerkung zu machen, daß die Lehre, welche auf den vorhergehenden Seiten, in Rüksicht der Ursache der thierischen Wärme und der Verbrennung, vorgetragen worden ist, das Resultat der allgemeinen Thatsache ist, daß die Veränderungen, welche in den Temperaturen verschiedener Körper, durch die Hinzufügung gegebener Quantitäten von Wärme, hervorgebracht werden, verschieden sind, oder, daß, wenn die Quantitäten von Materie gleich sind, dieselbe Menge Wärme, welche einen Körper um eine gewisse Zahl von Graden wärmer macht, einen andern mehr oder weniger erwärmen werde, je nachdem es die Beschaffenheit des Körpers, zu welchem dieselbe hinzugefügt wird, erlaubt. Diese Thatsache ist, wie es scheint, durch Versuche hinlänglich bestätigt worden, und die daraus hergeleiteten Folgerungen müssen daher, wie mich dünkt, als wohl gegründet angesehen werden, die Hypothese, die wir in Rücksicht auf die Wärme angenommen haben, mag auch seyn, welche sie will.

Aus diesem Grunde hab' ich mich gar nicht darauf eingelassen, zu untersuchen, ob die Wärme eine

Substanz, oder eine Eigenschaft sey *). Es ist wahr, ich habe mich an verschiedenen Orten einiger Ausdrücke bedient, welche die erstere von diesen Meinungen zu begünstigen scheinen; aber der Bewegungsgrund, der mich veranlaßte, diese Worte zu wählen, war kein anderer, als dieser, weil dieselben einfacher, natürlicher, und den Thatsachen, welche durch Versuche festgesezt worden sind, angemessener, als andere, zu seyn schienen. Ich bin zugleich überzeugt, daß man sehr viel Schwierigkeiten finden würde, wenn man unterschiedene Erscheinungen mit der Behauptung, daß die Wärme eine Eigenschaft sey, zusammenhalten und vereinigen wollte. Es ist, wenn man diese Hypothese annimmt, nicht leicht zu begreifen, wie die Wärme von den Körpern, durch den Zusatz des Phlogistons, getrennt, oder wie die absolute Wärme, durch die Abscheidung dieses Grundstoffes, vermehrt, und wie, durch das Athmen, die Menge Wärme in der Luft vermindert, und die im Blute vermehrt werden kann, obgleich keine empfindliche Wärme oder Kälte hervorgebracht wird?

Wenn wir aber die Meinung annehmen, daß die Wärme eine besondere Substanz, oder ein Element von eigner Beschaffenheit ist, so werden wir die Erscheinungen eher und auf eine einfachere Art zu erklären im Stande seyn, und wir werden zugleich finden, daß sie sich mit der Gleichförmigkeit der Natur vollkommen vereinigen lassen.

Das

*) Es ist bekannt, daß sich schon viele Naturforscher in Teutschland, Frankreich und England mit dieser Untersuchung sehr beschäftigt haben.

Das Feuer wird als ein elementarischer Stoff zu betrachten seyn, der zur Zusammensetzung aller bekannten Körper kommt. Wenn Phlogiston zu einem Körper gesezt wird, so wird (eben so, wie, durch die Vitriolsäure, die Säure des Salpeters von einer Erde oder einem Laugensalze entbunden wird,) eine Portion Feuer los gemacht werden, und folglich sind sowohl das Athmen, als die Verbrennung, wahre chemische Processe, bei welchen, durch die Umwechselung des Feuers und des Phlogistons, eine doppelte Zerlegung statt findet, und zwei neue Zusammensetzungen gebildet werden; das Blut (oder der entzündliche Körper) nimmt Feuer in sich, und trennt sich vom Phlogiston, und die atmosphärische Luft nimmt Phlogiston in sich und läßt Feuer zurück.

Ich will noch hinzusetzen, daß, wenn das Feuer als ein Element betrachtet wird, das fähig ist, sich mit Körpern chemisch zu vereinigen, eine Tafel von den respektiven Anziehungen des Phlogistons und des Feuers ausgearbeitet werden kann.

Da das Phlogiston einen Theil der absoluten Wärme von den Körpern abscheidet, so würde es auf der ersten Columne oben an gesetzt werden müssen; und da wir keine Substanzen kennen, welche diesen Stoff mit stärkerer Kraft anziehen, als die Erden der vollkommnen Metalle, so würden diese vielleicht unmittelbar unter dem Phlogiston stehen müssen. — Bei einem größern Grade der Wärme scheidet die atmosphärische Luft das Phlogiston von allen entzündlichen Körpern, und, in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, von der Salpeterluft und dem Phosphorus.

Wenn also die Anziehungen so geordnet werden sollen, wie sie zufolge der Anwendung der Wärme statt haben, so müssen unter den Erden der vollkommnen Metalle die dephlogistisirte und die atmosphärische Luft zu stehen kommen; nach diesen müssen die Grundtheile (bases) aller entzündlichen Körper gesezt werden, bei deren Verzeichnung auf den Grad von Wärme gesehen werden muß, der zu ihrer Entzündung, wenn sie mit Phlogiston verbunden sind, nothwendig ist, und d n untersten Platz auf der Columne muß die Salpeterluft einnehmen.

Das Feuer muß auf der zweiten Columne zu oberst gesezt werden, und, wenn die Anziehungen der Körper zu diesem Grundstoff mit den Mengen im Verhältniß stehen, welche sie, der Erfahrung zufolge, davon enthalten, wenn die Mengen von Materie gleich sind; so müßten unter das Feuer die dephlogistisirte und atmosphärische Luft — der Dampf der Salpetersäure, und wahrscheinlich einiger andeer Flüssigkeiten, das arteriöse Blut, das Wasser, u. s. f. gesezt werden.

Es ist indes offenbar, daß sehr viel Zeit und eine Reihe genauer Experimente zur vollkommnen Untersuchung dieses Gegenstandes erfordert werden würden. —

Anhang.

Anhang.

Ich will hier meinen Lesern noch eine kurze Nachricht von einigen schon oben (S. 10.) angeführten Versuchen geben, die Herr von Luc in der Absicht angestellt hat, um die Aufgabe zu entscheiden, ob das Thermometer ein genauer Maasstab der Wärme sey, oder, mit andern Worten, ob die Ausdehnungen, der im Thermometer enthaltenen Flüssigkeit, mit den Mengen der angewendeten Hitze im Verhältniß stehen?

Herr von Luc nahm als einen Grundsatz an, daß, wenn man gleiche Quantitäten von einer und derselben Flüssigkeit, deren Grad der Wärme aber verschieden wär, mit einander vermischte, sich die Wärme zwischen denselben gleichförmig vertheilen würde, und hieraus folgerte er, daß, wenn ein Thermometer in die wärmere, und auch in die kältere Substanz, vor der Vermischung, getaucht würde, es, nach der Mischung, die arithmetische Mittelzahl, oder die Hälfte der Differenz der Wärmen, die die Substanzen, jede besonders, besitzen, anzeigen würde, wenn die Ausdehnungen derselben mit den Mengen der angewendeten Wärme im Verhältniß stünden. — Er fand, indem er, auf diesen Grundsatz gestüzt, weiter fortgieng, daß, wenn eine gegebene Menge Wasser = 32° mit einer gleichen Menge von der nämlichen Flüssigkeit = 212° vermischt ward, der mit Quecksilber gefüllte Wärmemesser, nachdem er in die Mischung getaucht worden war, 180°, oder die arithmetische Mittelzahl zwischen 32 und 212 zeigte, daß aber ein mit Weingeist gefülltes Thermometer, unter den nämlichen Umständen, nicht bei 180 stand. — Diese

Ver-

Versuche sind mit verschiedenen Portionen Wasser, deren Temperaturen verschieden waren, mit dem nämlichen Erfolg wiederholt worden, und sie haben Gelegenheit gegeben, zu folgern, daß sich der höchst verstärkte Weingeist auf eine unregelmäßige Art ausdehnt, daß aber die Ausdehnungen des Quecksilbers den Mengen der angewendeten Wärme genau entsprechen. —

Auszug aus Wilh. Morgans Anmerkungen über diesen Abschnitt.

Uiber die Anwendung der Theorie des Herrn D. Crawford auf die Erscheinungen bei der Wärme, der Verbrennung u. s. w.

Es scheint aus dem, was ich in den vorhergehenden Anmerkungen gesagt habe, zu erhellen, daß Herrn Cr. Versuche bei weiten nicht hinreichen, sein System zu bestätigen, und, wenn dies wahr ist, so sind alle fernere Einwendungen unnöthig. Aber wenn wir auch annehmen, daß alle jene Versuche genau sind, daß die Menge von absoluter Wärme in der Luft mit der Reinigkeit derselben im Verhältniß steht, und daß die Menge dieser Wärme in allen Körpern vermindert wird, je nachdem das Phlogiston an Menge zunimmt; so ist doch das System, das aus diesen Thatsachen hergeleitet worden ist, so verschiedenen Einwürfen ausgesezt, und scheint in so vielen Fällen den Erfahrungen anderer Naturforscher zu widersprechen, daß ich nicht umhin kann, meine Prüfung auch über diesen Theil des Gegenstandes auszudehnen.

Man

Man wird bemerken, daß Herr Cr. sich viel Mühe gegeben hat, die absolute Wärme des mephitischen Gas zu bestimmen, und es erhellt, (vorausgesezt, daß die Grundsätze des Verfassers und die Resultate seiner Versuche richtig sind,) daß sich die Wärme dieser Luftart zu der der atmosphärischen verhält wie 1 zu 67. — Hieraus folgert er (S. 91.), daß die nämliche Wärme, welche die leztere um eine gegebene Zahl von Graden heißer macht, die erstere um die nämliche Zahl von Graden, durch 67 multiplicirt, heisser machen werde. — Auf diesen Grundsaz gestüzt, berechnet er die Wärme, welche durch die atmosphärische Luft bei der Verwandlung derselben in mephitisches Gas oder fixe Luft erzeugt wird, auf die oben (S. 91.) beschriebene Art *), und mittelst dieses Kalkuls, und des dritten Satzes erklärt er (S. 96. 97.) das ganze Geheimniß der Verbrennung. Wenn die Theorie unsers Verfassers wahr wär, so würde sie alle Lobeserhebungen verdienen; aber ich hoffe, durch einige An=

*) Sezt nicht Herr Cr. bei seinem Raisonnement a. a. O. voraus, daß die fixe Luft keine Wärme in sich enthält, oder daß die gemeine Luft bei der Verbrennung ihre ganze Wärme von sich giebt, und nichts davon für die fixe Luft, in welche sie verwandelt wird, zurückläßt? — Wenn einige Wärme in dieser fixen oder vielmehr phlogistisirten Luft zurückbleibt, wird nicht die Menge des hervorgebrachten Feuers weit kleiner seyn, als sie durch diese ganz sonderbare Berechnung gemacht wird? In der That, die hier erwähnten 200 Grad vermehren das hervorgebrachte Feuer nicht; denn das Resultat der Verbrennung ist, dem System des Herrn Crawford zufolge, daß eine Luft nur einen Grad Wärme hat, anstatt daß eine Luft 67 Grad besizt.

Anmerkungen zu erweisen, daß sie wohl den Beinamen einer brillianten, aber nicht einer gründlichen Theorie verdient.

Die Thatsache, zufolge welcher Herr Cr. behauptet, daß die nämliche Wärme, welche die gemeine Luft 1 Grad erwärmt, die fixe Luft 67 Grad wärmer mache, scheint so ausserordentlich, und zugleich, wenn sie wahr wär, so leicht zu erweisen zu seyn, daß ich mich wundere, daß wir keinen andern Beweis der Wirklichkeit derselben haben, als den einzigen Schluß aus den sehr verwickelten Versuchen des Verfassers, die mit rohem und lebendigem Kalk angestellt worden sind. — Wenn die Wärme auf die fixe Luft in einem solchen Grade weit stärkere Wirkungen, als auf die gemeine, äusserte, so würde ein Wärmemesser, unter den nämlichen Umständen, in der einen, wenn sie erwärmt wird, weit geschwinder steigen, als in der andern; aber ich muß bekennen, daß ich nie die mindeste Verschiedenheit beobachtet habe.

Versuch.

Nachdem ich 2 von einander abgesonderte Blasen, die eine mit einer Pinte fixes Gas, und die andere mit einer gleichen Menge gemeiner Luft = 75° gefüllt, und in jede derselben einen Wärmemesser, (der am untern Theile mit einem großen Stück Blei beschwert war, damit er desto leichter in der Luft untersinken konnte,) befestigt hatte; so nahm ich in jede Hand eine derselben, und tauchte beide in demselben Augenblick in einen Kübel mit Wasser = 150°; ich bemerkte, daß das Quecksilber in einen Wärmemesser, der in der fixen Luft hieng, eben so schnell stieg, als in dem andern, der

sich

sich in der mit atmosphärischer Luft gefüllten Blase befend *).

Auf dieselbe Art, die ich jezt beschrieben habe, stellte ich auch den Versuch mit gemeiner und entzündlicher, und auch mit phlogistischer und dephlogistisirter Luft an, (in welchem Fall die eine Art 300 mal geschwinder, als die andere, hätte erwärmt werden sollen,) aber die Resultate aller dieser Experimente waren immer die nämlichen. — Herr Isaak Newton **) hat beobachtet, daß ein Wärmemesser im luftleeren Raum in dem nämlichen Grade, und mit

*) Man könnte dem Verfasser den Vorwurf machen, daß er sich hier fehlerhaft ausdrücke, indem er sagt, daß die nämliche Wärme, welche die gemeine Luft um 1 Grad heißer macht, die fixe 67 Grad erwärmen werde, und daß seine Meinung blos sey, daß die gemeine Luft, bei einem gegebenen Grade von empfindlicher Wärme, 67 mal mehr Wärme, in einem ruhigen Zustande, enthalte, als die fixe Luft, wenn sie den nämlichen Grad von empfindlicher Wärme besizt. Aber, wenn er durch den Grad von absoluter Wärme die verschiedenen Fähigkeiten, erwärmt und erkältet zu werden, oder die verschiedenen Eigenschaften, durch die Wirkung des Feuers etwas in sich zu nehmen (und dies ist die eigentliche Bedeutung des Ausdrucks, den Herr Cr. gewählt hat,) meint; so beweist dieser Versuch auf eine unwidersprechliche Art, daß keine Verschiedenheit in dem Grade dieser absoluten Wärme in der fixen und gemeinen Luft statt findet. Denn wenn es eine solche Verschiedenheit wirklich gäb, so würde der Wärmemesser in der einen Luft geschwinder steigen, als in der andern, wie dies in der That der Fall mit Quecksilber und Wasser, mit Metallen und ihren Kalken u. s. w. ist. —

**) Optics, quaest. 18.

mit der nämlichen Geschwindigkeit erwärmt ward, als ein anderer Wärmemesser, der sich nicht im luftleeren Raum befand; wie ist es also möglich, daß in den Fällen, die Herr Cr. anführt, die Wirkungen so sehr von einander abweichen könnten, da doch die nämlichen Umstände, die bei seinen Versuchen statt fanden, auch dann statt finden, wenn man einen Wärmemesser in ein Medium, das, ihm zufolge, eine ausserordentlich große Menge Wärme enthält, und einen andern in ein Medium, worinn keine Hitze angenommen werden kann, bringt?

Bei dem zu St. Petersburg angestellten Versuche ist, sagt Herr Cr., die Wärme 200 Grad unter den Grad der Wärme, den die Atmosphäre gewöhnlich hat, vermindert worden, und er hält sich daher für überzeugt, daß die atmosphärische Luft, wenn sie die gewöhnliche Temperatur der Atmosphäre hat, wenigstens 200 Grad Wärme besitze; aber ich muß bekennen, daß ich diese Sprache nicht verstehe, und sie scheint mir eben so begreiflich zu seyn, als wenn gesagt worden wär, daß ein geladener Mörser, dessen Weite 2 Meilen ist, 2 Meilen Kraft besäß. Aber die folgende Berechnung ist eben so unbegreiflich, als diese Sprache. Wenn man uns sagt, daß die atmosphärische Luft, durch plözliche Umänderung in mephitisches Gas, fähig ist, das leztere 13400 Grad zu erwärmen, oder 12 Mal heiser zu machen, als das rothglühende Eisen ist, so werden wir wirklich in Erstaunen gesezt. — Aber Herr Cr. hat nicht bewiesen, daß je eine solche Umänderung statt hat, und ich muß billig hier bemerken, daß er die phlogistisirte und fixe Luft mit einander verwechselt hat; denn sein ganzes Raisonnement über die Wärme, die bei der Verbrennung

bemerkt wird, beruht auf der Meinung, daß die feste Luft eine Zusammensetzung aus gemeiner Luft und Phlogiston ist; eine Meinung, die den sich immer gleichen Erfolgen der Versuche des Herrn Priestley geradezu entgegengesezt ist. Dieser Naturforscher hat sich schon über Herrn Lavoisier beklagt *), (der sich in seinen Schriften einiger Ausdrücke bedient hat, welche argwohnen lassen, daß Herr P. jenen Irthum vertheidigt habe,) und er erinnert bei einer andern Gelegenheit, daß einige Gelehrte die phlogistisirte Luft mit der fixen verwechselt und geschlossen hätten, daß die ganze Masse einer Menge Luft von der leztern Art sey, obgleich bei weiten der größte Theil derselben die Beschaffenheit der erstern gehabt habe **). — In Ansehung der Verkalkung der Metalle werden wir benachrichtigt ***), daß das Phlogiston, welches von denselben abgesondert worden, mit der Luft verbunden wird, und daß diese Vereinigung mit einer sehr heftigen Wärme vergesellschaftet ist. Die Art, auf welche Herr Cr. dies bewiesen hat, läßt nicht den mindesten Zweifel übrig, daß er die fixe Luft für eine Zusammensetzung aus Phlogiston und gemeiner Luft, und auch die heftige Wärme,

*) M. s. Herrn Priestley's Versuche und Beobachtungen über die Luft, 2ter Band. Auch kann man Herrn Bewly's Versuche nachlesen, die sich in diesem Bande des Priestleyschen Werks befinden, und die augenscheinlich beweisen, daß die fixe Luft eine Säure von besonderer Art ist.

**) M. s. Herrn Priestley's Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre, Leipzig 1780. S. 336. 337.

***) S. oben S. 96.

Wärme, von der er redet, als eine Folge der Wirkung, welche das während der Verbrennung aus der Atmosphäre entbundene Feuer so leicht auf die fixe Luft äussert, angesehen hat. — Indes erhellt aus einem gewissen Versuche des Herrn D. Priestley sehr deutlich, daß keine fixe Luft, während der Kalcination eines Metalls, in einiger Menge um dasselbe angehäuft ist, und daß sie also auch keine Ursache der Wärme, welche die Kalcination begleitet, seyn kann. Herr Priestley *) hat nämlich gefunden, daß sich das Kalkwasser, als man es über ein Metall hielt, das verkalkt ward, nicht trübte, u. s. w. Uiberdies, wenn durch die Entzündung der Körper, gemeine Luft in mephitisches Gas verwandelt wird, und wenn diese Entzündung so lange vor sich geht, als einige gemeine Luft durch das Phlogiston; welches von diesen Körpern abgesondert wird, zersezt werden kann, so wird, aus der bekannten Eigenschaft des mephitischen Gas folgen, daß eine gegebene Menge gemeiner Luft, worinn ein Licht gebrennt hat, gänzlich vom Wasser eingesaugt werden muß; allein dies geschieht nicht. — Da wir also gewahr werden, daß die fixe Luft weder geschwinder, als die atmosphärische, erwärmt, noch, während der Verbrennung der Körper, in einiger Menge erzeugt wird, so können wir leicht schließen, daß sie nicht die Ursache jener empfindlichen Wärme seyn kann, welche diese Verbrennung begleitet. — Und da Herr Cr. keine andere Ursache dieser Wärme angegeben, und nicht unternommen hat, die Wärme der phlogistisirten Luft zu bestimmen; so muß man wohl, glaub' ich, eingestehen, daß seine Theorie, so sehr sie

*) Versuche und Beobachtungen über die Luft, 1ster Band.

sie auch durch die von ihm angeführten Versuche bekräftigt seyn soll, dennoch sehr mangelhaft ist, und den dunkeln Gegenstand, den sie aufhellen soll, nur wenig erläutert.

Herr Cr. bemerkt, daß, wenn seine Lehre wahr ist, sie uns eine leichte Auflösung der merkwürdigsten Erfahrungen, welche die thierische Wärme und die Verbrennung betreffen, verschaft. — Ich will über die Erklärungen, die er von verschiedenen Erscheinungen giebt, noch einige Anmerkungen machen.

Zufolge der Erläuterung, die er über die Entstehung der Feuerfunken, bei der Berührung eines Steins mit einem Stahle, macht (S. 146.), ist es nothwendig, daß das Phlogiston, vor der Zersetzung der Luft, entbunden, und also das Metall eher, als einige Wärme erzeugt wird, kalcinirt und selbst verglast werden muß. Man kennt aber keine Versuche, welche beweisen, daß die Berührung des Stahls mit einem Steine eine solche Zerlegung in dem erstern bewirket, als zur Austreibung des Phlogistons desselben erfordert wird, und Herr Cr. selbst hat uns vorher nicht die mindeste Nachricht von diesem ausserordentlichen Phänomen gegeben. — Uiberdies, wenn die bei der Berührung zweier Körper hervorgebrachte heftige Wärme einer solchen Zersetzung der Luft, wie er annimmt, zuzuschreiben ist, woher kommt es, daß auch im luftleeren Raum bei der Berührung zweier Körper Wärme hervorgebracht wird *).

Ein

*) Auch im luftleeren Raum werden die Körper warm, wenn sie an einander gerieben werden, wie Hawksby und

Ein anderes Phänomen, das Herr Cr. erklärt hat, ist die Entzündung der wesentlichen Oele bei der Vermischung mit rauchender Salpetersäure (S. 148.) Aber diese ganze Erläuterung, und die Mühe, die sie ihm gemacht haben muß, hätte er ersparen können, wenn er gewußt hätte, daß sich eine solche Mischung auch im luftleeren Raum mit einer ausserordentlichen Heftigkeit entzünden läßt *).

Auch die Wärme, die der Luft durch den elektrischen Funken mitgetheilt wird, glaubt unser Verfasser aus seiner Theorie erklären zu können (S. 149.). Es ist wahr, daß der elektrische Funken die gemeine Luft vermindert, und daß er das Quecksilber im Wärmemesser zu steigen nöthigt, aber eben so wahr ist es auch, daß die nämliche Wirkung im Wärmemesser hervorgebracht wird, wenn man auch den Funken selbst durch den toricellischen leeren Raum leitet **), und es ist also offenbar, daß die empfindliche Wärme, die er verursacht, von der Zer-

und Gravesande erfahren haben. M. s. Boerhavii Elementa chemiae, Lipſ 1732. de igne, Exper. 9. Coroll. 3. Boyle's Physico-Mechanical Experiments.

*) M. s. Slare's Chemical Experiments im dritten Bande der Philosoph. Transact. abridg'd by Lowthorpe, pag. 364.

**) Der Funken wurde von einem sehr großen Conductor durch einen leeren Raum geleitet, der in der Länge einen Zoll, und im Durchmesser drei Achtelzoll hatte; das Quecksilber stieg in weniger als einer Minute 2 Grad, und ich konnte nicht bemerken, daß es geschwinder stieg, wenn ich genau unter den nämlichen Umständen den Funken durch gemeine Luft gehen ließ.

Zersetzung der atmosphärischen Luft keinesweges herrühren kann. —

Unser Verfasser ist ferner der Meinung, daß sich mittelst seiner Theorie die Wärme, das krachende Getöse, die Erschütterung und alle übrige schreckliche Erscheinungen, mit denen die Erdbeben vergesellschaftet sind, leicht auflösen lassen. — Er macht mit der Beobachtung den Anfang, daß man alle diese Erscheinungen nachahmen kann, wenn man eine Mischung aus Eisenfeilspänen und Schwefel mit Wasser zu einem Teige macht, und diesen unter die Erde vergräbt *), und sezt alsdann seine Erläuterung über die Wirkungen, die hierdurch hervorgebracht werden, hinzu. Allein ich glaube nicht, daß die Zersetzungen, die Herr Cr. hier anführt, mit den Gesetzen der Wahlverwandschaften der Körper genau übereinstimmen. Alle Scheidekünstler kommen darinn unter einander überein, daß die Säuren zum Phlogiston eine stärkere Verwandschaft haben, als zu den Metallen, diese mögen von einer Art seyn, von welcher sie wollen; es scheint aber, als ob Herr Cr., da er annimmt, daß das Eisen in dem gegenwärtigen Falle den Schwefel zerlege, von einer ganz andern Meinung sey. — Gesezt, dies wär wirklich der Fall, so kann wohl gezweifelt werden, ob die Luft, von welcher behauptet wird, daß sie durch die Substanz der Erde verbreitet sey, die Ursache dieser Phänomene ist, zumal wenn man bedenkt, daß nur eine sehr kleine Portion derselben mit der Mischung in Berührung kommen kann?

Woher

*) S. 150.

Woher kommt es, wenn das Getös und die Erschütterung von der Zersetzung der Luft herrühren, daß die nämlichen Wirkungen nicht auch dann verursacht werden, wenn man diese Mischung in ein großes mit Luft gefülltes Gefäß, dessen Oeffnung sich unter Wasser befindet, thut? Sollte man nicht, den Grundsätzen des Herrn Cr. zufolge, erwarten können, daß die Luft, unter diesen Umständen, ausserordentlich ausgedehnt, und folglich das Wasser mit viel Heftigkeit aus dem Gefäß herausgetrieben werden würde? Wir wissen aber, daß keine solchen Wirkungen hervorgebracht werden, und daß, obgleich die Luft erhizt wird, sich dennoch von der Mischung aus Eisenfeilspänen und Schwefel nicht nur nicht ausgedehnt, sondern vielmehr um ein Viertel *), oder wohl gar um ein Drittel **), in Ansehung ihres Inbegriffs vermindert wird. Es entsteht auch, mittelst der Mischung dieser beiden Körper, wenn sie mit gemeiner Luft umgeben ist, keine Wärme. Herr Priestley hat gefunden, daß, wenn diese Körper in Salpeterluft, (von welcher er glaubt, daß sie mehr Phlogiston enthält, als die entzündliche Luft, ***) gelegt wurden, das Gefäß, mit dem sie bedeckt waren, so heiß geworden ist; daß er es nicht

*) M. s. Herrn Priestley's Versuche über die Luft, 1ster Band, 6ter Abschnitt.

**) M. s. Herrn Scheele's Versuche über die Luft und das Feuer, (nach der leonhartischen Ausgabe, in welcher sich der Brief vom Herrn Priestley, den Herr Morgan hier meint, auch befindet.)

***) M. s. Herrn Priestley's Versuche über die Luft, 3ter Band, 16ter Abschnitt.

nicht hat anrühren können *). Ferner, wenn die Zerlegung der atmosphärischen Luft durch brennbares Wesen immer mit einer so heftigen Hitze begleitet ist, welche auf 13400 Grad gerechnet wird, könnten wir alsdann nicht mit Grund erwarten, daß die Luft, wenn sie durch diese Mischung in einem Gefäße phlogistisirt worden ist, weit heißer werden würde, als wir sie in der That finden. Aber vielleicht könnte man hier einwenden, daß die Phlogistikation bei diesem Proceß so langsam vor sich geht, daß die Wärme allmälig zerstreuet wird, und daß folglich ihre Wirkungen so wenig empfindlich gemacht werden; dies kann indes nicht der Fall seyn, wenn Salpetergas und gemeine Luft mit einander vermischt werden; hier wird die leztere unmittelbar phlogistisirt, und dennoch hab' ich nie den Wärmemesser über 10 Grad steigen sehen. Ich kann in der That nicht sagen, was aus den übrigen 13390 Graden wird; denn wenn wir nach unserer Empfindung, oder nach der mit einem Wärmemesser angestellten Untersuchung urtheilen, so scheint das Wasser eben so wenig, als das Gefäß, etwas davon verschluckt zu haben.

Bei der Anwendung der Erklärung dieser künstlichen Erderschütterungen auf die natürlichen Erdbeben sezt Herr Crawford voraus, daß eine ähnliche Mischung von schwefeligen und metallischen Körpern in den Eingeweiden der Erde hervorgebracht worden sey, und daß diese Körper, durch einige

*) Ebendas. 1ster Band, 6ster Abschnitt.

einige Veränderungen, die in der Erde statt haben, mit Wasser und atmosphärischer Luft, welche durch die Substanz der Erde verbreitet sind, oder sich in Hölen unter der Oberfläche derselben aufhalten, in Berührung gekommen sind. Allein da diese Erklärung der Erscheinungen, welche die künstlichen Erdbeben begleiten, mit sehr viel Schwierigkeiten verbunden ist, und da überdies die Behauptung, daß ähnliche Mischungen aus Schwefel und Metallen zu natürlichen Erderschütterungen Gelegenheit geben, für eine bloße Muthmaßung angesehen werden muß, so wird man mich, glaub' ich, der Mühe überheben, weitläuftige Betrachtungen darüber anzustellen.

Uiberhaupt wünschte ich, Herr Crawford hätte seine Geschicklichkeiten darauf verwendet, mehr Versuche anzustellen, und seine Theorie erst sorgfältiger zu untersuchen, bevor er sie bekannt gemacht hätte; die Wissenschaften, deren Vervollkommnung er unstreitig zum Augenmerk gehabt hat, würden dabei viel gewonnen haben. — —

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Crawford, Adair / Morgan, William, / Borges, Wilhelm Heinrich Ludwig

Adair Crawfords Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme und die Entzündung brennbarer Körper Ein Versuch, diese Erscheinungen zu einem allgemeinen Gesetz der Natur zurück zu bringen. Mit Wilhelm Morgans Erinnerungen wider die Theorie des Herrn Crawford. Aus dem Englischen

Leipzig 1785

Phys.sp. 158 s
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133576-8
VD18 10722033